16149/c

55350

TRATTATO

DI

FISIOLOGIA

CONSIDERATA

QUALE SCIENZA DI OSSERVAZIONE

DI C. F. BURDACH

PROFESSORE NELLA UNIVERSITA' DI KOENIGSBERG

CON GIUNTE DEI PROFESSORI

BAER, MEYEN, MEYER, G. MULLER, RATHKE, VALENTIN, WAGNER

VOLTATA

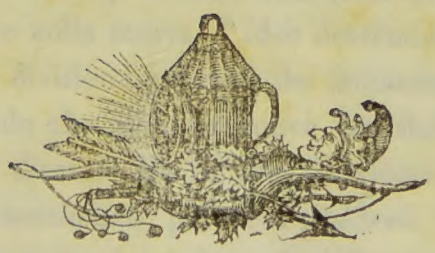
DAL TEDESCO IN FRANCESE DA A. G. L. JOURDAN

Prima Traduzione Italiana

PER CURA DI

M. G. DOTT. LEVI MEDICO

Tomo Sesto



Luigi Longhi

VENEZIA

COI TIPI DI GIUSEPPE ANTONELLI ED.

PREMIATO DI MEDAGLIE D' ORO

1844

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

DELLA FISIOLOGIA

CONSIDERATA

COME SCIENZA DI OSSERVAZIONE

DELLA VITA IN ESERCIZIO

§. 658. Esponendo la storia della vita, l'abbiamo riconosciuta per una serie non interrotta di cambiamenti. Trattasi ora di studiare il *substratum* permanente di queste metamorfosi, e di fissare i nostri sguardi sopra la vita, tale che una volta data, essa agisca e sussista. Ma, sotto l'aspetto delle scienze di osservazione in cui volemmo collocare la fisiologia, non è possibile giungere a questo resultato se non prendendo le mosse dalla considerazione delle varie manifestazioni della vita, e per classare queste ultime in modo naturale, vale dire con certo ordine fondato sopra la esperienza e concepito colla scorta d' idee determinate, uopo è cominciare dallo stabilire una divisione generale dei fenomeni della vita.

1.° Il primo sguardo che gettiamo sopra noi stessi c'insegna aversi la nostra vita due faccie diverse. Da un lato, troviamo *in noi* certe idee, alcune cognizioni, varii sentimenti, parecchi desiderii, in una parola, una serie di attività pure che svelansi a noi stessi nella coscienza immediatamente, senza manifestarsi come fenomeni esterni, valutabili all'occhio altrui, ed ai quali la nostra volontà imprime la direzione senza concorso neppure di verun intermedio. D'altra parte, scorgiamo *sopra di noi* certe attività vitali, le quali si esercitano nell'assoluta indipendenza dalla nostra volontà, che non possono essere determinate da essa, di cui non abbiamo neppure la coscienza, e di cui i soli effetti sono suscettibili di cadere sotto i sensi, sicchè le distinguiamo meglio in altri che in noi stessi. Qui la vita

consiste nel conflitto di diverse parti e sostanze del corpo le une colle altre e cogli oggetti esterni, la qual cosa fa sì che l'organismo comparisca immediatamente come oggetto sussistente nel mondo esterno; là è un conflitto delle forze interne le une colle altre e con le forze dell'universo, che ne fa sussistere come unità nel nostro proprio interno. Siffatto antagonismo è già espresso, fin dai primi momenti della vita embrionale, mediante la scissione della membrana proligera in due lamine (§. 417, 8.°), di cui lo sviluppo produce i due sistemi organici assegnati alle due direzioni della vita. Ma il regno organico ne offre, da un lato, certi esseri la cui vita tende unicamente alla permanenza esterna, i vegetabili; dall'altro lato, altri esseri le cui manifestazioni appalesano le concentrazione nell'interno e la unità della vita, gli animali e l'uomo. Per ciò diamo alle due direzioni della vita che sono riunite in noi gli epiteti di *vegetativa* e di *animale (ad animam pertinens)*, o d'inanimata e di animata. Potrebbesi altresì chiamarle *vita esterna* e *vita interna*, se le idee d'interno e di esterno non fossero relative e perciò eziandio suscettibili di cagionare false interpretazioni. Non sarebbe convenevole adoprare l'epiteto di *plastica* per indicare la vita inanimata, giacchè sebbene essa abbia per tendenza principale di far nascere produzioni materiali, abbraccia però eziandio fenomeni dinamici, come la produzione del calore e della elettricità. Chiamandola *automatica*, si si conforma soltanto all'uso volgare, dappoichè il nome di automato non si applica precisamente che a quanto ha soltanto l'apparenza della vita automatica, vale dire dell'essere agente giusta una impulsione sua propria. Ma, di tutte le denominazioni, la più inconveniente per indicare la vita animata, è quella di *vita delle relazioni esterne*, dappoichè il conflitto colle cose esterne appartiene alle due direzioni della vita, ed è precisamente nella sfera morale che esso risulta, in proporzione, meno essenziale.

2.° Più tardi dimostreremo non esservi differenza assoluta tra l'inanimato e l'animato, e che entrambi sono semplicemente forme di una sola ed identica vita. L'antagonismo esistente tra essi non può dunque essere un abisso, una separazione assoluta. Ciascuna delle due direzioni della vita si manifesta nella sua purezza soltanto là dove essa è concentrata in un solo fomite; giacchè, sui limiti dell'organismo e nel conflitto cogli oggetti esterni, ciò che ciascuna di esse ha di particolare viene ristretto dalla influenza dell'altra direzione. Evvi adunque, oltre il centro di ogni sfera, una periferia, la quale serve d'intermedio per estendere in qualche modo l'antagonismo interno, senza che per ciò essa abjuri il carattere di sua sfera speciale; e siccome non può esistere centro senza periferia,

siccome la vita propria non può esercitarsi e mantenersi che pel conflitto colle cose esterne, questi intermediarii, quantunque subordinati, non sono però meno essenziali. Per tal guisa l'esterno od il tavolato dell'anima è contenuto nel proprio suo supporto, ma principalmente nei nervi dei sensi e dei muscoli, sicchè si mescola sempre all'attività animale qualche cosa a cui non piglian parte nè la coscienza nè la volontà. Medesimamente, la vita morale penetra nella vita vegetativa, laddove questa entra in conflitto col mondo esterno, dappoichè il principio ed il termine delle operazioni materiali della vita, la ingestione e la ejezione, sono accompagnate dal sentimento e dalla volontà. Siffatta separazione di ogni sfera si annuncia nella formazione organica, fino dai primi rudimenti dell'embrione, dappoichè la lamina sierosa si sviluppa in una parte centrale ed un' altra periferica (§§. 419, 425), dappoichè la lamina interna della membrana proligera si divide in lamina vascolare (§. 440) e lamina mucosa (§. 436).

3.° Il lato animale è il nocciolo propriamente detto della vita, ma non può entrare in azione e giungere al suo pieno sviluppo che alla condizione di gettare radici nel mondo esterno e pigliarvi un punto di appoggio mediante la vita vegetativa. Per siffatta maniera gli organi della vita animale sono le prime parti che formansi nell'embrione (§. 418); ma solo dopo che la formazione materiale progredì tuttavia, scorgesi comparire il sentimento ed il movimento volontario (§. 472). Intanto che la pianta porta in sè, non isviluppato, il germe della vita animale (§. 475), il quale non si tradisce che mediante alcuni tremiti momentanei (§§. 239, 596), e che rimane rinchiuso nei limiti di una attività mancante di sentimento e di volontà, la vita maturasi da ogni lato nel regno animale, e vi realizza la sua causa, senza però che il lato vegetabile cessi di essere la radice in qualche guisa del lato animale, giacchè è desso che forma la condizione dell'attività morale, senza cui può bene sussistere, ma non arrivare a manifestarsi in mancanza di esso. Entra quindi nel piano dei nostri studii di considerare prima di tutto la vita vegetativa per acquistare una base sulla quale poseranno le ricerche alle quali avremo più tardi da dedicarci intorno la vita animale.

PRIMA PARTE

DELLA VITA VEGETATIVA

§. 659. Un fatto isolato non può essere spiegato che col tutto, ma il tutto non può essere compreso che nell' idea. Se adunque la fisiologia fosse una scienza compiuta, dovrebbe partire dalla intuizione ideale della totalità della vita, dedurre da questo principio supremo le diverse direzioni, forme e manifestazioni di tal vita, e scendere così passo passo dal generale al particolare. Ma lo spirito del trattato che scriviamo consiste nel rappresentare la scienza quale edificio in costruzione, e non come opera compiuta, di condurre il lettore ai principii e non d' imporglieli dommaticamente, in conseguenza di non supporre nulla in anticipazione, e di progredire dai fatti che colpiscono i sensi alla riflessione, poi dalla riflessione alla intuizione in generale. La sola precauzione importante, tenendosi siffatta condotta, si è quella di porre ogni cosa nel sito che le conviene, e di disporre convenevolmente gli oggetti di seguito gli uni agli altri. Dobbiamo quindi accennare l'ordine cui ci parve convenevole di seguire.

1.° Per orientarsi di mezzo ai suoi dominii, la fisiologia fu costretta, durante la propria infanzia, di limitarsi ad istudiare la struttura e gli usi degli organi *(doctrina de usu partium)*, ma nello stato attuale della scienza, non conviene seguire l'ordine topografico, di percorrere gli organi uno dopo l'altro, come praticasi nell'anatomia, ed in ciascuno di essi considerare quali funzioni che gli appartengono le attività che in esso si manifestano, giacchè è questo il mezzo di collocarsi fin dapprincipio sotto un falso punto di vista. Infatti, la fisiologia speciale non può avere altro problema che di riconoscere le differenti direzioni della vita, e riportare alla unità le manifestazioni diverse di ciascuna di esse. Ora la diversità della vita è bensì espressa nella organizzazione, ma non

ne dipende già, dappoichè, lungi da ciò, essa occupa un posto superiore ed agisce come principio determinante (§. 474, 5.°). Indipendentemente dalla sua relazione speciale colla vita, ogni organo ne ha adunque altra di generale con essa, e d' altra parte, riunisce in sè molte direzioni differenti. Se, ad esempio, facciamo dell' organo cutaneo un oggetto particolare della fisiologia, e se consideriamo la secrezione di gas e di sierosità, quella del pigmento e della materia sebacea, l'assorbimento e la nutrizione, la conduzione del calore e della elettricità, la sensibilità generale ed il senso del palpare, come le funzioni di questo organo, siamo costretti, trattando di altri organi, di ritornare peranco sopra le medesime attività. È evidente che siffatto metodo di spezzamento renda più difficile di conoscerne l'essenza. La fisiologia non costituisce già una organologia *(anatome viva)*, ma una biologia; essa non deve quindi costringersi ad un ordine topografico, ma bisogna che riunisca, sotto un punto di vista comune, le manifestazioni vitali identiche degli organi maggiormente differenti. all'oggetto di discoprire quale ne è lo scopo, e di condurre alla intelligenza della vita mediante la osservazione delle diverse forme sotto cui essa si manifesta.

2.° Le differenti manifestazioni della vita gravitano una sull'altra, nella sfera vegetativa, ed esercitano reciprocamente l'ufficio di cause, sicchè non troviamo in veruna parte nè punto iniziale che non supponga nulla di anteriore, nè punto terminale che ne segni un vero scopo, al di là del quale non siavi più nulla assolutamente. Formano desse una catena circolare, di cui ogni specialità non è che un anello. Se la fisiologia non consistesse per noi che nel conoscere i fenomeni della vita, poco importerebbe l'ordine secondo cui la studieremmo; potremmo incominciare indifferentemente ovunque, e da di là inoltrarci in ogni direzione qualunque; sempre giungeressimo a riunire una collezione di notizie, costituente il tutto. Però l'ordine non potrebbe tornarne tanto indifferente quando miriamo alla unità scientifica; bisogna allora, se vogliamo scorgere il cerchio intero, cercare dapprima ove trovasi il centro. Ora la esperienza sola potrebbe istruirci su tale proposito; ma non la padroneggiamo per anco tanto per così approfittarcene. Riesce quindi necessario, per giustificare l' ordine adottato in questo trattato, ingegnarci di determinare, colla scorta delle nozioni maggiormente generali della vita, ciò che siamo autorizzati considerare come il centro della sfera vegetativa.

§. 660. 1.° Già la storia della vita ci convinse che essa si accompagna dalla continua mutazione della materia, dappoichè ogni età ci mostra la sostanza organica rivestita di caratteri speciali, i quali non si

dispiegano già a certi momenti distinti gli uni dagli altri, ma si sviluppano mediante non interrotta progressione. La vita si manifesta quale conservazione individuale di sè stesso mediante il continuo cambiamento della materia; l'organismo riceve alcune sostanze dal mondo esterno, e ve ne depone altre; così pure ogni parte riceve da altre i materiali che devono formare la sua sostanza, e restituisce ciò che non può tornarle di verun uso. Ora, se esiste, nella catena organica, un membro, il quale attrae a sè sostanze dall'esterno e ne rigetti nel mondo esterno, che fornisca i materiali alle diverse parti e le riceva da esse in ritorno, quello deve occupare il centro.

2.° Abbiamo già parlato della coesione (§. 259, 4.°), come costituente la energia colla quale la materia mantiene la distanza delle sue parti le une riguardo alle altre. Già altresì abbiamo fatto osservare (§§. 473, 5.°, 474, 1.°), che allo stato solido, il quale costituisce il più alto grado di questa energia, la materia è limitata in modo permanente da sè stessa, vale dire rivestita di una forma speciale, e che la esistenza sembra allora più distinta, più indipendente, mentre che le cose fluide rendonsi osservabili per la maggior facilità colla quale esse ricevono le proprie determinazioni dall' esterno, per la maggiore estensione del loro conflitto col mondo esterno, il quale le rende più mobili e più variabili, e che quindi la fluidità costituisce la forma generale della materia, il legame che unisce insieme i diversi corpi solidi. Ora, siccome pronunciando il vocabolo di corpo organizzato, abbiamo sempre presente allo spirito l' idea di un tutto che si separa dalle cose estranee mediante limiti proprii, e siccome altresì intendiamo per vita una esistenza indipendente, atta a mantenersi sè stessa, non evvi mezzo di concepire un organismo fluido, dappoichè il fluido è, di sua essenza, illimitato e variabile. Solo adunque un corpo solido e limitato da sè stesso può essere organico. Ma siccome, nello stato di solidità perfetta, la materia è immobile e la sua attività interna incatenata, un corpo organico, in quanto esso gode della vita, e che questa si manifesti mediante il cambiamento continuo della materia, non può far a meno di liquido, dappoichè questo è la forma, propriamente parlando, mobile e variabile della materia. È dunque carattere generale di ogni corpo vivente che alcune parti solide ed alcune parti liquide cooperino essenzialmente alla sua esistenza. Ma se un mutamento incessante della materia è ciò che avvi di essenziale nella vita vegetativa, questo carattere essenziale deve dipendere principalmente da un liquido; vedemmo, infatti, che gli organi dell'embrione non sono che prodotti di liquidi.

3.° Il centro della vita vegetativa non può esistere che in un liquido portante il carattere dell'attività interna e della generalità. Se il cambiamento delle sostanze è compito da liquidi dell'organismo, e consista tanto nel conflitto col mondo esterno quanto nel conflitto delle parti organiche le une colle altre, si possono immaginare due classi di liquidi gli uni periferici gli altri centrali. La prima classe comprenderà quelli che, in proporzione, appartengono maggiormente al mondo esterno, cioè il *succo nutrizio*, che è formato immediatamente di sostanze dell'esterno mediante il loro miscuglio con prodotti dell'organismo, ed i *succhi separati*, che sono formati colla sostanza organica, ond'essere deposti all'esterno. All'opposto, il *succo centrale*, o *succo vitale*, sarà il liquido che, procedendo dal succo nutrizio e producendo i succhi separati, tiene il mezzo fra gli umori, ed innaffia il corpo intero, per entrare in conflitto coi differenti organi, e mantenere la loro materialità, del pari che la loro attività vitale. Destinato a nutrire ed animare gli organi, deve riunire in sè le loro qualità diverse, avere in conseguenza il carattere della generalità, rappresentare la sostanza organica sotto forma liquida, e provare che esso è generale, spargendosi in tutti gli organi. Tutti gli atti della vita vegetativa ad esso riportansi, dappoichè consistono od a decomporre il sangue nella secrezione e nella nutrizione, od a formarlo nell' assorbimento e nell'assimilazione.

Studieremo quindi dapprima il succo vitale (§§. 661-775), poi gli atti della sua decomposizione e della sua formazione, all'oggetto di riunire quindi sotto un solo aspetto generale tutte le particolarità che si riferiscono alla storia della vita vegetativa.

LIBRO PRIMO

Del sangue.

§. 661. Vedemmo come, dall' idea della vita, puossi dedurre la esistenza di un succo vitale, il quale occupi il centro del cerchio della vita vegetativa. Siffatta esistenza si manifesta altresì in modo più o meno distinto nei differenti gradini della organizzazione, secondo che vi si trova l' idea della vita più o meno compiutamente sviluppata.

I. Nei gradini superiori della serie animale, il succo vitale assume il carattere di *sangue*, vale dire di un liquido particolare, rinchiuso in vasi speciali, che non comunicano per veruna apertura col canale digerente.

1.° In tutti gli animali vertebrati, la separazione dei differenti umori è compiuta, atteso che il succo nutrizio formato nel canale digerente vien preso da vasi particolari (linfatici), i quali lo versano nei vasi sanguigni.

2.° Presso i molluschi, i crostacei, gli aracnidi, gli insetti, gli annelidi e gli echinodermi, la distinzione fra succo nutrizio e sangue è già svanita; mancano invero i vasi linfatici, il succo nutrizio passa immediatamente dal canale digerente nei vasi sanguigni adiacenti, e, negli insetti specialmente, una parte del liquido rimane sparsa fuori dei vasi, negli interstizii degli organi, come cosa intermedia fra il succo nutrizio ed il sangue.

II. Negli animali privati di sangue, non havvi già sistema vascolare distinto dall'organo digerente, nè, per conseguenza, veruna differenza fra il succo nutrizio ed il succo vitale.

3.° Nella maggior parte degli acaleffi, il liquido, che tiene il mezzo fra il succo nutrizio ed il succo vitale, costituisce il prodotto immediato della digestione, e certi prolungamenti del canale alimentare lo conducono ai diversi organi. Negli acaleffi sifonofori, nei vermi cestoidi, acantocefali e trematodi, alcuni polipi e molti infusorii, lo stesso canale alimentare si distribuisce in forma di vasi nel corpo, di maniera che, in questi animali, non avvi già separazione stabilita fra gli alimenti ed il prodotto della digestione.

4.° Nell' ultimo gradino, finalmente, nei vermi vescicolari, nelle spugne, nei coralli e nel maggior numero dei polipi e degli infusorii, non si

trova che un succo omogeneo, senza pareti proprie, e che spargesi attraverso la sostanza solida, egualmente omogenea del corpo.

III. Lo stato dei succhi, nei vegetali, non è già un oggetto di conoscenza immediata pei sensi; giacchè, dapprima, non avvi, nel regno vegetabile, che certi punti ed alcuni momenti in cui scorgesi una corrente rapida e visibile, senza che mai i vasi eseguiscano movimenti; in secondo luogo, non troviamo qui altro che organi esterni, senza organi interni, e le parti elementari, per ogni riguardo simili a sè stesse, non hanno già punti centrali; dappoi, i serbatoj sono ovunque chiusi, e non esistono vie percettibili che conducano da quelli di una specie in quelli di un' altra; finalmente, questi diversi serbatoj sono talmente rinserrati gli uni contro gli altri e cotanto stretti, da non esservene veruno di cui si possa ottenere il contenuto allo stato di purità perfetta ed in tanta copia da permettere di farne l' analisi chimica. Un vasto campo è dunque qui aperto alle congetture, e le opinioni manifestate riguardo ai succhi vegetabili variano secondo che si credette rinvenire analogia tra questi succhi e quelli degli animali od inferiori (5.°) o superiori (6.°).

5.° Nella prima ipotesi, il succo nutrizio ed il succo plastico sono, nei vegetabili, come negli animali privati di sangue (II), un solo e stesso liquido, il quale, ricevuto dall' esterno, comporta l' assimilazione negli stessi spazii, raggiunge le diverse parti, ora in una direzione, ora in un'altra, e serve tanto a nutrirle che a preparare le differenti secrezioni. Nei più inferiori dei vegetabili, quelli la cui trama consiste unicamente nel tessuto cellulare, questo caso accade incontrastabilmente, come negli animali collocati all' ingiù della scala (4.°). È però probabile che i vegetabili superiori siano sullo stesso ordine degli animali a canale intestinale vasculiforme (5.°), sicchè un solo serbatoio serva ad un tempo di organo digerente, di vaso linfatico, e di vaso sanguigno, la qual cosa fa sì che debbasi considerarlo come lo stato d' indifferenza di questi canali, i quali non incominciano ad incontrarsi realmente che negli animali superiori. Questo succo nutrizio e plastico, al quale dassi comunemente il nome di *sevo*, è un liquido chiaro come l' acqua, ma in cui l' acetato di piombo fa nascere un precipitato raggrumato, e che contiene muco, zucchero o sali. In quanto al serbatojo questo succo si sparge evidentemente da una cellula nelle altre; ma, penetrando attraverso le pareti, deve comportare una maggior o minor metamorfosi, e, quando giunse nella cellula ove penetra, vi comparisce modificato o rivestito del carattere di prodotto secretorio. Siffatto prodotto secretorio tiene qui la forma di granellature prive di colore, di vescichette, di fibre, di cristalli e di materie coloranti;

queste ultime non esistono spesso che in certe cellule, mentre che le vicine ne sono esenti; finalmente non iscorgonsi liquidi nelle cellule delle piante secche, e tutte siffatte circostanze provano che esse non sono già i serbatoj conduttori del sevo.

Se dobbiamo credere a Smith ed altri, alcune fibre o certi tubi semplici (vasi sevosi) sarebbero i conduttori del sevo. Ma questi tubi non sono altro che cellule allungate e molto strette, il cui diametro è di un centesimo di linea, secondo Sprengel. Essi non contengono che per qualche tempo certo liquido, il quale, secondo L. C. Trevirano, ha certa consistenza, di modo che esso non fluisce quando si tagli la cellula per traverso, e più tardi diventano affatto vuoti.

I canali intercellulari, od i condotti più o meno angolosi di cui le pareti si riferiscono alle cellule stesse che li circoscrivono, sono, al dire di L. C. Trevirano, Kieser, Nees di Esenbeck ed altri, i serbatoj generali ed i conduttori del sevo assorbito all'esterno, assimilato e destinato alla nutrizione ed alle secrezioni. Diversi fatti, i quali saranno riportati più da lungi, danno, a quanto sembrami, grande verisimiglianza a siffatta opinione (*).

6.° I primi fitotomisti, Malpighi e Grew, ammettono, nei vegetali, certo liquido corrispondente al sangue, perchè credevano che le piante avessero una organizzazione simile a quella degli animali, e che tutti gli animali dovessero essere provveduti di sangue. Si pensò che il sevo fosse condotto dalla radice fin alle foglie, e che colà esso si convertisse in succo vitale, il quale rediscendeva poscia dalle foglie verso la radice. Ammettevasi, come conduttori del sevo ascendente, non solo i vasi sevosi ed i condotti intercellulari, ma eziandio le trachee. Ora queste ultime mancano quasi intieramente nella radice; allorquando esse contengono un liquido, riesce denso e mucilagginoso, e si videro foglie e fiori svilupparsi ancora dopo che esse erano state distrutte. Il *cambio* che rinviensi tra il libro ed il legno fu considerato come il succo plastico analogo al sangue, e che ritorna dalle foglie, ma è desso piuttosto la tenera sostanza vegetabile in atto di formarsi, e che probabilmente fu deposta dal succo contenuto nei condotti intercellulari.

Altri fitotomisti, in particolare G. R. Trevirano, C.-H. Schultz e Meyen, credono che l'analogo del sangue sia il succo proprio *(succus proprius)*, od il succo lattescente; ma questo succo, come dimostrò L. C. Trevirano (1) specialmente, sembra essere piuttosto un prodotto secretorio,

(*) *Confronta Raspail, Nuovo sistema di fisiologia vegetale, t. II, p. 20.*

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie, t. I, p. 156.*

giacchè desso varia molto secondo le piante, e fassi osservare per qualità particolari ; contiene dell'olio, o resina, o gomma, od alcaloidi, amari, acri, narcotici, i quali difficilmente potrebbero agire come elementi plastici generali della sostanza vegetabile, e nei quali si è assai più inclinevoli ad iscorgere i prodotti più elevati di un lavoro di plasticità avente per iscopo di far nascere alcune differenze. D'altronde, la vegetazione non lo consuma già, e non fa che diseccarsi pei progressi della età. Quando esiste in troppo grande abbondanza, porta pregiudizio alla vita, scappa dai suoi serbatoj, e si sparge alla superficie, o nel tessuto cellulare, ove provoca la cangrena. Inoltre non lo si rinviene in molti vegetali dei più perfetti, ed in disperazione di causa si suppose che, se allora esso non lasciavasi scorgere, ciò proveniva dall' essere desso privo di colore e trasparente. Il più importante di tutti gli argomenti cui allegansi in appoggio dell' analogia tra il sangue ed il succo latteo, si è che questo eseguisce una circolazione, ma il fenomeno stesso è troppo problematico (§. 692) perchè se ne possa concludere cosa veruna. Se i vegetali avessero un succo vitale particolare, distinto dal succo nutrizio, e circolante entro vasi speciali, si eleverebbero al disopra di tutti gli animali senza vertebre, e si collocherebbero sulla stessa linea degli animali vertebrati, giacchè i condotti destinati a condurre il sevo dovrebbero allora essere gli analoghi dei vasi linfatici, che appartengono esclusivamente agli animali vertebrati.

§. 662. Mentre che la fitologia è qui ridotta a ragionare colla scorta delle leggi della probabilità, la zoologia ha la soddisfazione di poter istabilire i suoi giudizii sopra una base empirica e più sicura ; ma per poco che essa si allontani da questa base le manca pure la certezza. È della natura del sangue, disse Burkhart (1), che i fenomeni cui in esso osservansi si pieghino a tutte le opinioni. Infatto, la ematologia porta intieramente il carattere del sangue stesso. Siccome il sangue è un proteo che non rimane mai in riposo, e che possede l' attitudine a prendere qualunque forma, così non potrebbesi immaginare cosa veruna che non sia stata detta di esso ; non vi sono fatti i quali non siano stati rivocati in dubbio, non interpretazione cui non abbiasi cercato di rovesciare con qualche altra ; non avvi verun punto riguardo al quale non si citano osservazioni contraddittorie, e che non abbia fatto nascere ipotesi differenti. Nella guisa stessa che il sangue, da un lato, è mosso da un meccanismo evidentissimo, e dall' altro crea ed anima con un potere quasi magico, così pure ora la ematologia rifiuta ostinatamente di uscire dalle teorie meccaniche, e nega

(1) *Ueber das Blut und das Athmen*, p. 21.

senza esitare tutti i fatti che non possono riferirvisi, ora ondeggia in un turbine di spiegazioni mistiche, di cui gli autori credono al disotto di essi di rendersi intelligibili, escludono qualunque confronto con altri fenomeni della natura, ed oppongono alla esperienza appoggiata sulla testimonianza dei sensi una intuizione di cui essi non possono dare la prova, o si attengono strettamente all' apparenza somministrata dai sensi, senza concedere all' intelletto il diritto di valutarlo. L'ematologia ha la propria circolazione come il sangue ; appena una dottrina fu riconosciuta falsa e sostituita da altra affatto opposta, questa diviene alla sua volta triviale e rispinge tutte le simpatie ; apparisce essere più interessante l'opposto, ed il vecchio errore ricompare, finchè esso si tuffi di nuovo negli abissi del tempo, dopo aver prodotto di nuovo una sensazione passeggera. Finalmente, siccome qualunque eccitazione violente e burrascosa della vita ha principalmente la sua sede od il suo punto di partenza nel sistema sanguigno, così anche la dissidenza delle opinioni in proposito del sangue eccita spesso appassionate discussioni, giacchè la ristrettezza delle viste si accompagna quasi sempre di una suscettibilità assai permalosa, ed il sentimento oscuro della impossibilità di fondare la propria opinione sopra una dimostrazione compiuta, conduce di frequente ad affettare aria di bastevolezza, od a mostrare agrezza contro i proprii avversarii.

Questi fenomeni, che non sono rari nella letteratura d' altri rami della fisiologia, ma che appalesansi qui con maggior forza che ovunque altrove, saranno nuovo motivo per noi onde procedere con calma e circospezione, di considerare il sangue in modo puramente obbiettivo, di aver riguardo soltanto ai fatti, senza attaccare la minima importanza alle autorità, e di non inoltrare che passo passo verso alcune viste generali.

SEZIONE PRIMA

Sostanza del sangue

Prima di cercare di determinare quali sono i rapporti del sangue colla vita (§§. 692-773), uopo è conoscere la sostanza stessa di questo liquido, e perciò studiarlo dapprima nelle circostanze in cui può desso cadere in nostro potere (§§. 663-687), poi osservarlo mentre è per anco soggetto alla influenza della vita (§§. 688-691).

CAPITOLO I.

Del sangue fuori dell' organismo.

ARTICOLO I.

Proprietà del sangue.

I. PROPRIETÀ FISICHE DEL SANGUE

A. *Proprietà generali del sangue.*

§. 663. 1.° Il sangue tratto dai vasi di un uomo è certo liquido di color rosso carico, porporino o di scarlatto, alquanto denso, viscoso, morbido e saponaceo al tatto, la cui gravità specifica oltrepassa quella dell'acqua. Ha odore scipito, affatto particolare, sapore leggermente salato o dolciastro. La sua temperatura pareggia quella delle cavità del corpo. Dà all' elettrometro indizii di elettricità.

2.° Il suo colore è all' incirca lo stesso in tutti gli animali vertebrati; solo il rosso risulta men carico nei rettili, e trae d' ordinario all' azzurrognolo nei pesci. Fra gli animali senza vertebre, gli annelidi possedono sangue rosso. Il sangue di molti molluschi, dei bifori, ad esempio, è privo di colore; quello dei diversi gasteropodi ha colore latticinoso, leggermente variegato di azzurro, il quale, secondo Erman, si avvicina, alla luce refratta, all' azzurro del cielo nella *helix pomatia*, ed all' azzurro di ametista carico nel *planorbis corneus* (1). Il sangue dei *teredo* è rosso (2). Quello che contiene il vaso dorsale degli insetti risulta in generale trasparente, e presenta diversi coloriti, verdastro in molti ortotteri, giallo nel verme da seta, ranciato nel bruco del salice, rossastro nel *trichodes apiarius*, bruno carico nel maggior numero dei coleotteri (3). Il sangue degli echinodermi è giallastro od aranciato, secondo Tiedemann (4).

(1) *Abhandlungen der Akademie zu Berlin*, 1816-1817, *p*, 209.

(2) *Carus, Trattato d' Anatomia comparata, t. II, p.* 307.

(3) *Meckel, Deutscher Archiv, t. I, p.* 472. — *Heusinger, Zeitschrift fuer die organische Physik, t. I, p.* 601.

(4) *Tiedemann, Trattato di fisiologia dell' uomo, t. I, p.* 335.

3.° Questo liquido riesce più denso e più viscoso negli animali a sangue caldo che in quelli a sangue freddo. Ma la sua densità varia altresì nei diversi individui della stessa specie, e nel medesimo individuo in tempi differenti, locchè può servire in parte ad ispiegare la disparità dei numeri coi quali si rappresentò la sua gravità specifica. Infatto quella del sangue dei *mammiferi*, e specialmente dell' uomo viene valutata :

1041	da	Boyle
1045	»	Martine
1054	»	Jurin,
1056	»	Musschenbroek,
1059	»	Denis
1082	»	Senac
1052) 1057)	»	Berzelio.

un pollice cubico di sangue pesa 267 grani, secondo Hales, e 396, giusta Senac (1).

4.° Un termometro immerso nel sangue che fluisce da un vaso, indica ordinariamente la stessa temperatura che nella cavità orale ; nei mammiferi, circa trenta gradi della scala reaumuriana, ed alquanto più negli uccelli. Trovò Thackrah (2) che il calore del getto di sangue era di circa 29 gradi nel cavallo, 30 nel bue, 31 nella pecora e 33 nell' anitra. Negli altri animali, la temperatura di questo liquido è per solito quella del mezzo ambiente.

5.° Si riconosce la elettricità del sangue, al dire di Bellingeri (3), pei movimenti che avvengono in una coscia di rana allorquando si pone del sangue ed un metallo in contatto col membro e con essi stessi. Il sangue la conserva ventiquattro in quarantotto ore dopo la sua uscita dai vasi (4). Siccome di due metalli, di cui si pone uno in contatto col nervo e l' altro col muscolo, quello fa l' ufficio di elemento positivo, che determina convulsioni quando lo si pone in rapporto col nervo per chiudere la catena, e non ne provoca allorquando lo si applica al muscolo, o non ne determina allora se non in quanto si apra la catena, mentre l' altro si comporta come elemento negativo, così Bellingeri si provò di determinare

(1) *Trattato della struttura del cuore, t. II, p.* 301.
(2) *An inquiry in to the natur and properties of the blood, p.* 30.
(3) *Experimenta in electricitatem sanguinis, p.* 3.
(4) *Ivi, p,* 11.

colla scorta di tutto questo quale poteva essere la polarità del sangue in diversi animali. Trovò egli che siffatto liquido si comportava ovunque come positivo riguardo al rame e come negativo riguardo allo stagno; ma che rapporto al ferro, era desso negativo nei vitelli, negli agnelli, e nelle anitre, dello stesso nome nel bue, nella pecora, nel pavone, e positivo nei cavalli; che finalmente nei cavalli, esso mostrava talvolta coll'antimonio la polarità dello stesso nome, ma più spesso la negativa, che, in conseguenza, il sangue è più inclinato alla elettricità positiva nei giovani animali che negli adulti, nei cavalli che nelle bestie a corni ed ovine, nei pavoni che nelle anitre.

B. *Proprietà microscopiche del sangue.*

§. 664. Esaminando col microscopio una goccia di sangue distesa e formante uno strato poco denso, scorgesi un liquido trasparente e privo di colore, la *serosità*, in cui nuotano innumerevoli corpuscoli, che chiamansi *globetti del sangue (hematies* di Gruithuisen).

1. GLOBETTI DEL SANGUE

1.° Trovansi di questi globetti nel sangue di tutti gli animali vertebrati. Ovunque sono dessi ben limitati, regolari, formati giusta un tipo determinato, ma sempre rotondi, forma cui conservano fin certo punto in onta della loro azione gli uni sugli altri, ed in onta di tutte le influenze meccaniche. Solo al momento in cui incomincia la coagulazione, o la decomposizione, scorgonsi alcune forme diverse, in particolare, come osserva Trevirano (1), certe concrezioni ora rotonde, ora irregolari. Questa circostanza, probabilmente, spiega il perchè Magendie (2) non iscoperse, nel sangue umano allungato, che masse affatto differenti le une dalle altre per la forma e la grandezza, e perchè Gruithuisen (3) vi riscontrò indipendentemente dai corpicelli bislunghi, cui riguardava quali vescichette del sangue (§. 665), certi corpi rossi e fioccosi, di forma variabile ed indeterminata, cui credette essere i globetti del sangue propriamente detti della rana.

(1) *Vermischte Schriften, t. I, p.* 122.
(2) *Saggio di fisiologia t. II, p.* 303.
(3) *Beitraege zur Physiognosie, p.* 92.

Trovansi eziandio corpicelli solidi nel sangue degli animali senza vertebre, ma essi non hanno già forma regolare; secondo Blainville (1), sono grumi irregolarmente rotondi, angolosi e bislunghi.

Dice Kieser (2) aver veduto talvolta certi grani rotondi nel liquido che contengono i condotti intercellulari delle piante. Nees di Esenbeck (3) ne ammette pure. Sono dessi ancora più visibili nel succo proprio, e Meyen (4) ve li riguarda come analoghi ai globetti del sangue, di cui, per suo avviso, essi non differivano che per la mancanza di colore, il volume men considerabile, e la loro più lunga persistenza dopo la cessazione del movimento del liquido. Però L. C. Trevirano (5), assicura che essi non hanno forma regolare. In tutti i casi non si può riguardarli come prova di analogia tra il sangue ed il succo proprio, dappoichè il succo cellulare, od il sevo, contiene altresì grumi.

2.° I globetti del sangue degli animali vertebrati sono semi-trasparenti. Col microscopio, non si scorgono ordinariamente di color rosso sanguigno che quando avvene molti di accumulati gli uni sugli altri; isolati, sono dessi di color rosso-pallido, o giallastri o quasi privi di colore.

L'impiego della luce refratta è in parte causa di tale fenomeno, come avevano già osservato Senac (6) e Spallanzani (7); giacchè alla luce diretta o riflessa, i globetti del sangue, anche isolati, sembrano rossi.

3.° Siffatti corpicelli sono circolari nei mammiferi ed ellittici in tutti gli altri animali vertebrati, particolarità cui già conosceva Leeuwenhoek (8). Ma, per quanto vera risulti siffatta asserzione, considerata in generale, le forme dei globetti del sangue non sono tanto fisse che non possano talvolta ravvicinarsi l'una all'altra, ed anche sostituirsi reciprocamente. Per tal guisa Blainville assicura che riscontransi ambidue nei pesci (9); per opinione di Schmidt (10), questi animali hanno globetti di cui gli uni sono più o meno allungati e gli altri vascolari, e Rudolphi (11) assegna loro in generale quest'ultima forma. Aveva Spallanzani (12) osservato che prescindendo

(1) *Corso di fisiologia generale e comparata*, *t. I*, *p.* 240.
(2) *Grundzuege der Anatomie der Pflanzen*, §. 209.
(3) *Handbuch der Botanik*, *t. I*, *p.* 325.
(4) *Phytotomie*, *p.* 292.
(5) *Zeitschrift fuer die Physiologie*, *t. I*, *p.* 156.
(6) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 282.
(7) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 155 *e* 273.
(8) *Haller*, *Elem. fisiolog.*, *t. II*, *p.* 53.
(9) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 303,
(10) *Ueber die Blutkoerner*, *p.* 23.
(11) *Grundriss der Physiologie*, *t. I*, *p.* 144.
(12) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 287.

dalle salamandre, ogni specie di animale non ha che certi globetti di una sola forma, e Wedemeyer (1) comprovò dappoi che oltre i bislunghi se ne trovano effettivamente pure di circolari nelle salamandre. Lo stesso scrittore (2), la cui opinione in tale riguardo è pure quella di Reichel (3), pretende eziandio che i globetti circolari siano normali nelle rane, locchè costituisce un errore. Trovò Orfila, nel sangue di piccione, alcuni globetti circolari fra quelli di forma allungata, e nell'altro dell' uomo certi globetti allungati, ma allora soltanto che il liquido era stato diseccato, poi rammollito nell'acqua (4). (Oltre i globetti ellittici il sangue della rana ne contiene pure di rotondi, che sono all' incirca sei volte più piccoli degli altri, e, comparativamente ad essi, in piccolissimo numero, sicchè non discernonsi che usando certa attenzione. Fors' anche appartengono alla linfa od al chilo) (5). Assicurasi che i globetti del sangue sono perfettamente rotondi negli animali senza vertebre ; tale sarebbe la loro forma nei crostacei, secondo Hewson (6) e Caro (7) ; negli insetti altresì, secondo Trevirano (8) e Suckow (9). Però potremmo domandare se sono dessi in realtà corpi regolarmente conformati, ed analoghi ai globetti del sangue dei mammiferi e non piuttosto grumi irregolari, cui la sola loro estrema piccolezza fa comparire globosi.

4.° In tutti gli animali vertebrati, i globetti del sangue sono più o meno appianati a guisa di disco ; in conseguenza i circolari non sono già sferici, ma lenticolari, e gli ellittici rassomigliansi quasi a mandorle o semi di mellone. Siccome essi posano o nuotano sopra una delle loro superficie piane, non iscorgesi ordinariamente che la loro faccia superiore, sicchè potrebbesi crederli tanto grossi che larghi ; ma allorquando ruotolansi sopra sè stessi in guisa da presentare talvolta il fianco, si riconosce distintamente la loro forma. Questo fenomeno era già stato osservato da Senac (10) ed Hewson (11) ; fu poi veduto da Wedemeyer (12) ed

(1) *Untersuchungen ueber den Kreislauf des Blutes*, p. 173.
(2) *Ivi*, p. 229.
(3) *De sanguine ejusque motu experimenta*, p. 19.
(4) *Giornale di chimica medica*, t. III, p. 414.
(5) *Giunta di G.-Muller.*
(6) *Experimental inquiries*, t. III, p. 40.
(7) *Von den aeussern Lebensbedingungen*, p. 86.
(8) *Biologie*, t. IV, p. 546.
(9) *Zeitschrift fuer die Physiologie*, t. I, p. 603.
(10) *Loc. cit.*, t. II, p. 276.
(11) *Loc. cit.*, t. III, p. 13.
(12) *Loc. cit.*, p. 351.

altri, nelle quattro classi di animali vertebrati. Secondo Rudolphi, i globetti risultano maggiormente piani nei rettili; lo sono meno negli uccelli e meno ancora nell'uomo. Giusta gli insegnamenti di Hodgkin e Lister, la loro grossezza, nell'uomo, stà alla loro larghezza come 1 : 4,5, proporzione la quale è maggiore nei porci e nei conigli, meno negli uccelli, nei rettili e nei pesci (1).

Haller (2) non aveva mai osservato questa forma piana, e Mayer (3) pretende che essa sia soltanto una illusione di ottica, prodotta dalla luce troppo intensa, o dall'accumulamento accidentale di materia colorante sui globetti. Però siccome io la ho benissimo distinta in globetti che ruotolavano sopra sè stessi, siffatta opinione sembrami fondata sopra una supposizione erronea. D'altronde, Schmidt (4) crede poter ammettere, giusta le proprie osservazioni sopra l'embrione del pulcino nel terzo giorno della incubazione, e, secondo quelle di Doellinger sugli embrioni dei pesci ed i girini delle rane, che i globetti del sangue hanno ovunque forma perfettamente sferica nel principio della vita, e che solo più tardi appianansi ed allungansi, quando devono essere ellittici. Tale asserzione sembra essere stata raffermata da osservazioni posteriori; già eziandio Hewson aveva rappresentato i globetti degli embrioni del pulcino e delle viperette affatto rotondi, e quelli degli adulti bislunghi.

5.° I globetti sembrano essere più o meno arcuati sopra le loro due facce, ed aver margini più o meno taglienti. Dice Schmidt (5) non posseder essi orlo tagliente che negli uccelli, nei pesci, negli ofidiani; averne uno di ottuso nei mammiferi, e che nelle salamandre e nelle rane, rassomigliansi a monete, avendo la costola variamente grossa. Tale asserzione non sembra andar esente da dubbii; giacchè Wedemeyer (6) vide gli orli taglienti anche nelle salamandre. Young, Hodgkin e Lister si allontanano ancora più dalla nostra maniera di vedere, poichè, per loro avviso, le due facce sono concave, sicchè i margini sarebbero la parte più grossa e quindi eziandio rotonda (7).

6.° Tale diversità di opinione proviene dal fatto che, sotto il microscopio, è ora il contorno ed ora il mezzo del globetto che comparisce

(1) *Hufeland, Journal der praktischen Heilkunde, t. XVIII, p.* 244.
(2) *Elem. fisiol., t. II, p.* 53.
(3) *Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe, p.* 67.
(4) *Loc. cit., p.* 26.
(5) *Loc. cit., p.* 23.
(6) *Loc. cit., p.* 351.
(7) *Froriep, Notizen, t. XVIII, p.* 241.

più chiaro, sicchè allora lo si scambia o per una parte prominente al disopra della superficie, o per una parte più sottile e più trasparente. D'ordinario scorgesi il mezzo più chiaro e la circonferenza più opaca, locchè aveva già veduto Leeuwenhoek; e Fontana osservò che, sotto questo aspetto, i globetti del sangue si comportano al microscopio come fanno tutti i piccoli corpi rotondi, mentre che Hodgkin e Lister presero il contorno più carico per un gonfiamento marginale. D'altro lato, Muys ed Hewson (1) pretesero che il mezzo sia oscuro, più opaco o più fortemente colorato della circonferenza. Ma già Senac (2) avera scorto ora l'una ora l'altra di queste due disposizioni, e fatto osservare che il centro appariva arcuato o cavo, secondo che si avvicina o si allontana l'oggetto dall'oculare, secondo pure che adoprasi una luce più o meno intensa. Trevirano (3) ha egualmente comprovato che, quando si ricorre a luce ed ingrandimento considerabili, il mezzo sembra trasparente ed il contorno opaco. Aggiunge inoltre Weber (4) che tale effetto accade colla luce refratta, ma che il contrario si osserva colla luce riflessa (*)

7.° Come corpi rivestiti di forme regolari, tutti i globetti del sangue sono di egual grossezza nello stesso individuo, e nei diversi individui della medesima specie. Questa osservazione fu praticata da Leeuwenhoek (5), Haller (6), Spallanzani (7), Hunter, Doellinger (8) e Weber (9); ma essa non è vera che in quanto trattasi del volume approssimativo; non conosciamo verun peso nè alcuna misura, nella vita intera, che rimangano costantemente identici in tutti gli individui di una specie qualunque, ed i globetti del sangue non potrebbero far eccezione in tale proposito. Poli, Autenrieth e Caro (10) li dicono di grandezza ineguale nei crostacei e nei molluschi. Magni assicura la stessa cosa di quelli dei grilli, e Poli pretende che in molti acefali, essi sorpassino in grossezza quelli del sangue umano; ma siffatte asserzioni hanno poco peso, dappoichè si è peranco nel dubbio di sapere se i corpuscoli che scorgonsi nel

(1) *Loc. cit.*, *t. III*, *p.* 9, 16, 21.

(2) *Loc. cit.*, *t. II*, 276.

(3) *Vermischte Schriften*, *t. I*, *p.* 122.

(4) *Anatomie des Menschen*, *t. I*, *p.* 147.

(*) *Leggi sui globetti del sangue, le opinioni, quasi in tutti i punti contraddittorii, di Raspail. (Nuovo sistema di chimica organica, p.* 366 *e* 385.)

(5) *Haller*, *Elem. fisiol.*, *t. II*, *p.* 55.

(6) *Ivi*, *p.* 66.

(7) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 287.

(8) *Denkschriften der Akademie zu Muenchen*, *t. VII*, *p.* 279.

(9) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 155.

(10) *Von den oeussern Lebensbedingungen*, *p.* 86.

sangue degli animali senza vertebre sono gli analoghi dei globetti del sangue degli animali vertebrati. Questi ultimi differiscono eziandio gli uni dagli altri. Già Senac (1) aveva trovato i globetti del sangue umano del diametro di tre centesimi di linea, però frammescolati ad altri il cui diametro era di un duecento cinquantesimo di linea. Menghini ed Hewson (2) fecero osservazioni dello stesso genere. Spallanzani pretende non aver riscontrato questa ineguaglianza che nelle salamandre, e Schmidt che nelle salamandre, nelle rane e nei pesci. È però incontrastabilmente il solo accidente che impedì di vederla ancora in altri animali, sicchè insieme con Raspail e Blainville (3) ammettiamo come tesi generale, non esservi, in tale proposito, proporzione invariabile. Ecco perchè le misure, prescindendo pure dalla loro maggiore o minore esattezza, diedero resultati cotanto diversi; ma considerate qual mezzo di giungere alla scoperta della grandezza media o normale, esse hanno pregio in quanto che ci permettono per lo meno di valutare all' incirca quest'ultima. Home (4) dà ai globetti dell'uomo 1/141 di linea, Eller 1/161, Jurin 1/166 (5), Rudolfi (6), Sprengel, Hodgkin e Lister (7) 1/250, Senac (8) 1/275, Tabor 1/300, Kater (9), 1/333, Prevost e Dumas (10) 1/338, Haller (11), Wollaston (12) e Weber (13) 1/416, finalmente Young 1/505. Secondo Home, 19,880 di questi globetti occuperebbero una superficie di una linea quadrata; ve ne vorrebbero 255,000 per opinione di Young.

Prevost e Dumas dicono che il loro volume pareggia quello dei globetti umani, o di 1/338 di linea, nel cane, nel riccio, nel porco, nel coniglio, nel porco d' India, nel moscardino e nel delfino; più considerabile (1/270 di linea) nella *simia callitrix;* più piccolo in molti altri mammiferi, cioè: di 1/365 nell'asino, 1/387 nel gatto, 1/451 nella pecora, 1/494 nella camoscia, 1/584 nella capra. Secondo Hodgkin e Lister, sono più

(1) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 276.
(2) *Loc. cit.*, *t. III*, *p.* 39.
(3) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 300.
(4) *Lectures on comparative anatomy*, *t. III*, *p.* 4.
(5) *Haller*, *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 55.
(6) *Grundriss der Physiologie*, *t. I*, *p.* 145.
(7) *Froriep*, *Notizen*, *t. XVIII*, *p.* 241.
(8) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 276.
(9) *Home*, *Lectures*, *t. III*, *p.* 11.
(10) *Biblioteca di Ginevra*, *t. XVII*, *p.* 302.
(11) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 178.
(12) *Home*, *Lectures*, *t. III*, *p.* 12.
(13) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 155.

piccoli nel coniglio e nel porco anzichè nell'uomo. I globetti ellittici appartenenti agli animali seguenti, risultano molto più grossi in generale, e massime avuto riguardo al loro diametro logitudinale, ma più sottili e più piatti di quelli dei mammiferi. Secondo Prevost e Dumas, sopra una larghezza di 1/338 di linea, la lunghezza è di 1/225 nella cincia, 1/195 nell'oca, 1/191 nel pavone, 1/184 nella gallina, 1/178 nel pollo d'India, 1/169 nell'aquilastro od aquila barbata. Nei rettili, la lunghezza e la larghezza sono quasi sempre più considerabili, cioè, secondo gli stessi osservatori, di 1/150 ed 1/250 nell'angue fragile, 1/149 ed 1/250 nella lucertola grigia, 1/136 ed 1/225 nella vipera, 1/116 ed 1/225 nel serpente a collana, 1/110 ed 1/176 nella tartaruga, 1/90 ed 1/183 nella rana e nel rospo, 1/78 ed 1/128 nella salamandra. Nel maggior numero dei pesci, i globetti del sangue sono più piccoli. Rudolfi (1) valuta il loro volume in generale di 1/208 ad 1/166 di linea. Secondo Prevost e Dumas, essi hanno 1/169 di lunghezza nell'anguilla, nel gado bottatrice, nel *cobitis fossilis* e nella torpedine; ma Hewson (2) assicura che sono più grossi nelle razze che in verun altro animale.

8.° Prevost e Dumas assicurano che gli uccelli sono gli animali il cui sangue più ne contiene, ed esservene meno nei mammiferi carnivori, meno ancora negli erbivori, e meno che in qualunque altro negli animali a sangue freddo, eccettuati i cheloniani. È però facilissimo cedere ad illusioni stabilendo siffatte estimazioni, giacchè oltre scemarsi lo spazio destinato a riceverli allorquando la loro grossezza diventa più considerabile, sicchè quantunque siano molto rinserrati gli uni a ridosso degli altri, il loro numero comporta certa diminuzione, importa tuttavia aver riguardo allo stato della vita del sangue ed alla sua costituzione temporaria; quando le circostanze sono favorevoli, il sangue degli uomini, come quello delle rane, formicola talmente di globetti, che sembra impossibile il rinvenirvene mai in più copia, osservazione la quale era già stata fatta da Haller (3).

9.° Riguardo alle proprietà meccaniche dei globetti del sangue, sembrano dessi, come dicono Hunter e Weber (4), più pesanti della serosità. Tuttavia bisogna pur che la differenza non sia considerabile, giacchè si vedono i globetti nuotare ad altezze diverse nella sierosità perfettamente

(1) *Grundriss der Physiologie*, *t. I*, *p.* 145.
(2) *Loc. cit.*, *t. III*, *p.* 11.
(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 181.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 148.

tranquilla, e basta la minima agitazione dell'aria per farli fuggire prestamente.

Dopo essere stati compressi, riprendono essi la loro forma primordiale, in virtù della elasticità di cui sono dotati, cosa già osservata da Leeuvenhoek, Cooper e Senac (1). Della Torre e Fontana fecero la stessa osservazione, quando compressero i globetti tra due lamine di gesso, in guisa da renderli quattro o cinque volte più larghi di quanto ordinariamente lo sono. Hodgkin e Lister videro che in tal caso l'orlo si tagliuzzava (2).

2. BOLLE DI ARIA NEL SANGUE.

§. 665. Dobbiamo tuttavia parlare di altra specie di vescichette, le quali scorgonsi di frequente nel sangue col soccorso del microscopio. Siffatte vescichette sembrano composte di un centro privo di colore, trasparente, rilucente come vetro, e di un contorno rosso carico o nerastro. Varia il rapporto fra le due parti; se la circonferenza è larga, la vescichetta si rassomiglia ad un disco rosso carico, trapassato nel mezzo da certa apertura, o ad una iride di cui la pupilla non avesse fondo nero; se il contorno è stretto la vescichetta ha l'apparenza di una bolla di vetro, attorno cui si troverebbe posto un anello di color carico. Siffatte vescichette variano di grossezza, per solito sono sferiche, ma talvolta se ne rinvengono di ellittiche, tanto nel sangue umano quanto in quello degli uccelli e di altri animali. Aderiscono esse all'obbiettivo di vetro sul quale collocossi il sangue, ed occupano per la maggior parte il fondo, mentre che la sierosità nuota sopra di esse. Se dispongasi l'obbietivo obbliquamente, esse recansi verso la parte declive, ma più lentamente dei globetti del sangue, o del grumo che li circondano; hanno certo grado di consistenza e di estendibilità. Quando trovansi imprigionate tra due grumi filiformi, si ristringono e si allungano, come farebbero alcune vescichette piene di liquido cui comprimerebbonsi da due lati ad un tempo. Conservano esse quindi la loro forma di mezzo a certi movimenti alquanto vivaci; una di esse, che si atteneva alla estremità di un filamento di grumo, ricevette da questo un movimento di fronda, il quale non gli fece già cambiar forma. Sembrano eziandio, ruotolando, serbare la forma appianata della superficie sulla quale esse riposarono; giacchè, in tal

(1) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 283.
(2) *Froriep*, *Notizen*, *t. XVIII*, *p.* 245.

caso, a dir vero raro, appariscono all'occhio strette e compresse, finchè siansi ricollocate sul lato piano. Conservano altresì la loro forma, quando sono piccole, nel sangue steso in istrati sottilissimi e diseccato, caso in cui vedesi spesso il grumo fendersi partendo dalla loro circonferenza; allorquando sono grosse, si convertono colla diseccazione in cellule irregolari ed angolose; però non sono altro che bolle di aria. D'ordinario non ve ne ha nel sangue fresco, si sviluppano quando i globetti sanguigni vengono distrutti dall' acqua. Se mentre osservasi una goccia di sangue nella quale non iscorgonsi che globetti, vi si aggiunge una gocciola di acqua, tutto cambia talvolta di aspetto, come per colpo di bacchetta, ed invece di globetti, non iscorgonsi più ad un tratto che grumi di ogni qualità, insieme colle vescichette testè descritte. Si producono esse eziandio quando si fa agire sul sangue un alcali od un acido; hassi, per esempio, mediante l'acido solforico, determinato nel sangue, la formazione di un grumo fioccoso e bruno grigiastro, se aggiungasi alcali caustico, scorgesi nascere una quantità di piccole vescichette, con largo margine colorato, le quali spariscono coll'aggiunta di nuovo acido, poi si riproducono se versasi una seconda volta dell'alcali. Accade lo stesso quando si aggiunge al sangue fresco dapprima dell'alcali caustico, poi acido solforico. Finalmente, scorgonsi talvolta a scoppiare, massime quando esse sono grosse e furono provocate dall'acido e dall'alcali.

La formazione di queste vescichette proviene adunque dallo svolgersi dal sangue alcune piccole quantità di aria che distendono la sierosità viscosa in maniera di bolle. Diverse circostanze danno a pensare che l' orlo colorato proviene dalla materia colorante che aderisce a queste bolle; allorquando una vescichetta ruotola sopra sè stessa, perdesi di vista il mezzo trasparente, e si scorge la superficie laterale, il cui colorito è perfettamente uniforme; talvolta la materia colorante sembra sciogliersi, giacchè, massime quando aggiungesi acqua, il contorno colorato diventa irregolare, a festoni, si ristringe poco a poco e finalmente non rimane più altro che una vescichetta priva di colore, con un limite lineare, carico ed in forma di anello; talvolta non avvi che un punto della larga circonferenza colorata che perda il suo colore o che diventa semplicemente rossastra, e si scopre della materia colorante staccata rappresentante una specie di piccola barba all' orlo esterno od al centro trasparente; non è per ultimo cosa rara che la circonferenza presenti soltanto alcune strisce colorate, o che consista in anelli concentrici, alternativamente chiari ed oscuri. Però entra qui in azione un fenomeno di ottica; il mezzo della vescichetta, non è mai di color rosso pallido, ma sempre perfettamente scolorato,

e separato dal contorno di color rosso carico mediante un limite preciso; quando una grossa vescichetta scoppia, non iscorgesi rimanere materia colorante; talvolta il contorno colorato diventa alternativamente più largo e più stretto, in guisa da simulare il ristringimento e la dilatazione di una pupilla, senza che la vescichetta stessa si muova. A ciò bisogna aggiungere che si rinviene in altri umori alcune vescichette della stessa forma, la cui circonferenza colorata differisce talvolta da quella delle vescichette aeree del sangue, (per esempio nello sperma), ma altre volte altresì vi rassomiglia perfettamente (per esempio, nella saliva).

Non credo ingannarmi congetturando che alcuni osservatori confusero queste bolle di aria coi globetti del sangue, oppure le considerarono come parti non meno essenziali di questi e coesistenti con essi. Tali sono, dapprima Bohn, Hamberger, Bernouilli, Keil, e, fra i moderni, Schultz (1), i quali sostennero che i globetti del sangue sono bolle di aria, mentre queste hanno ben diverso aspetto. Tale è ancora della Torre, il quale riguardava i globetti del sangue come semplici anelli; ora, bensì puossi prendere per tali le vescichette aeree, ma difficilmente gli stessi globetti; e se per singolare accidente questi ultimi si fossero riuniti molti insieme in guisa da produrre un anello (2), la osservazione alquanto prolungata non tarderebbe a convincere che si trattasse colà di pura eventualità. Dice Sprengel (3) che il sangue dei pesci, oltre i globetti, contiene eziandio sfere più grosse, chiare e di apparenza vitrea. Gruithuisen (4) fa osservare che dopo la coadnazione dei globetti lenticolari del sangue, rimangono certi corpi più voluminosi, affatto sferici, che rassomigliansi a bolle di vetro, contengono una vescichetta concentrica, e scorgonsi per anco nel sangue disseccato; li crede esso identici alle vescichette del sangue di Hewson; in altro luogo (5), esso li chiama del chilo, dice che sono più grossi e più pesanti dei globetti del sangue (cui nomina qui *anapnoari)* sferici, nettamente limitati, di diverso volume, di color bianco latteo, quasi affatto trasparenti, lisci, di lucentezza argentina e cangiante; il loro numero sarebbe, per suo avviso, a quello dei globetti del sangue, come 1 : 150 nell'uomo. Mayer dice aver veduto, nel sangue delle rane e degli insetti, del pari che nel sevo dei vegetali, oltre i piccoli globetti, altri tre o quattro

(1) *Mekel, Archiv fcer Anatomie*, 1826, *p.* 550.
(2) *Rudolphi, Grundriss der Physiologie, t. I, p.* 143.
(3) *Institutiones physiologicae, t. I, p.* 378.
(4) *Beitraege zur Physiognosie, p.* 89.
(5) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1822, *t. I, p.* 311.

volte più grossi, i quali ne portavano un piccolo nel loro centro (1). Giovanni Muller riconobbe che questi grossi corpicelli producevansi nel sangue per effetto dell' agitazione meccanica (2).

II. MUTAMENTI CHE COMPORTANO LE PROPRIETÀ DEL SANGUE.

A. *Mutamenti spontanei del sangue.*

I. CAMBIAMENTI COMPORTATI DAI GLOBETTI

§. 666. 1.° Prescindendo dalla differenza d' illuminazione tra il loro centro molto arcuato ed il loro contorno più sottile, i globetti del sangue non presentano veruna parte distinta nel momento in cui traggonsi dalla corrente che li nascondeva ; scorsi però appena alcuni istanti il centro si stacca dalla circonferenza per una specie di solco, e si manifesta sotto l' aspetto di nocciolo sferico rinchiuso in floscio involucro. In tale stato, serbano essi la propria forma quando si distende il sangue in sottilissimo strato sopra il vetro, in guisa che esso si dissecchi rapidamente ; ma si serbano eziandio alla lunga quando si tengono nel siero, e specialmente, secondo Kaltenbrunner, quando rimangono in contatto con una superficie del corpo animale da cui provengono, sicchè allora puossi, meglio che in qualunque altra circostanza, giudicare della loro costituzione primitiva (3). Esaminando però il sangue levato da qualche tempo e che abbia già principiato a decomporsi, si trovano i globetti gonfiati in isfere, ed in parte increspati alla superficie ; taluni mostrano traccie di divisione da essi comportata, giacchè a lato di un involucro lacerato, scorgesi un nocciolo che ne fuggì. Altri inoltre sono affatto rotti in pezzi, non eccettuati i loro noccioli. Hewson (4) che pel primo osservò questo fenomeno, rimarcò che i globetti freschi non tardano a comportare analoghi cambiamenti nell' acqua ; gonfiansi e diventano globosi ; la parte periferica si assottiglia, acquista maggior trasparenza e rinchiude la parte centrale a guisa d' involucro talmente lasso che quando il globetto ruotola sopra sè stesso questo nocciolo cade al fondo, finchè per ultimo diviene libero nell' acqua per

(1) *Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe*, *p.* 67.
(2) *Isis*, 1824, *p.* 287.
(3) *Froriep*, *Notizen*, *t. XVI*, *p.* 307.
(4) *Loc. cit.*, *t. III*, *p.* 22.

la dissoluzione della capsula (1). Ammette Hewson che il nocciolo e l' involucro sono parti primordialmente distinte. Home (2), Prevost e Dumas pensano in pari modo, locchè, giusta i fatti esposti precedentemente, non è per lo meno già dimostrato. Il fenomeno sembra assai più procedere dall' incominciare la dissoluzione del globetto omogeneo ad istabilire in esso certa eterogenia di parti, rammollendosi e liquefacendosi in esso la periferia, mentre il centro si condensa finchè da ultimo dissolvesi esso pure alla sua volta. Osservò Raspail altresì che, quando immergesi un globetto di sangue nell' acqua od in un acido, formasi nel suo interno una sfera, la quale dapprima non esisteva già (3). Pretende Home, conformemente alle sue viste, che i noccioli siano sfere regolari, di volume eguale, vale dire aventi 1/170 di linea; ma più tardi ne indica altresì di quelli aventi 1/333 di linea di diametro. Mentre esso vuole che il nocciolo faccia i 4/5 del globetto, intiero Hewson, Prevost e Dumas lo dicono assai piccolo (4); nella salamandra, esso non è, secondo Wedemeyer (5) che un ottavo od un sesto del globetto. La sua forma risulta irregolare nelle rane, secondo Blainville (6), e nelle salamandre, secondo Schmidt (7). Riscontrò Wedemeyer (8) che esso non aveva sempre lo stesso volume, e presentava talvolta margini frastagliati. Per opinione di Weber (9), il globetto del sangue si riduce in pezzi di numero e di volume indeterminati. Tutti questi fatti annunciano che i noccioli non esistono già primordialmente, od almeno che essi non sono già cotanto esattamente determinati quanto rinvengonsi più tardi.

Secondo Hodgkin e Lister, il primo cambiamento del globetto del sangue consiste nell' acquistare la sua periferia un aspetto molto frastagliato, lacerato, marginato, bernoccoluto, simile a quello di una mora, ma poscia riprende una superficie liscia e sferica (10). È poi certo che quest' ultimo cambiamento dipende dalla dissoluzione dello strato periferico; quando incomincia la decomposizione, si distingue senza fatica che

(1) *Ivi*, *p.* 17.
(2) *Lectures*, *t. III*, *p.* 4.
(3) *Repertorio generale d' anatomia*, *t. VI*, *p.* 146.
(4) *Schmidt*, *Ueber die Blutkaerner*, *p.* 34.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 352.
(6) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 212.
(7) *Loc. cit.*, *p.* 34.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 354.
(9) *Anatomie des Menschen*, *t. I*, *p.* 148.
(10) *Froriep*, *Notizen*, *t. XVIII*, *p.* 245.

questo strato serve d' involucro al nocciolo, e Wedemeyer vide di frequente (1) questo ad abbandonare il centro e ravvicinarsi al margine, come se fosse sul punto di uscire dal sacco. D' altronde, come osserva eziandio Rudolfi (2), la decomposizione accade più tardi negli animali a sangue freddo che in quelli a sangue caldo; però Hewson (3) pretende che sia necessario maggior quantità di acqua pura per iscomporre i globetti dell' uomo, di quello che gli altri dei rettili e dei pesci, perchè questi sono più sottili.

2°. Quando Blainville dice (4) che il numero dei globetti del sangue va sempre aumentando sotto il microscopio, ciò va inteso soltanto del momento in cui essi si decompongono.

Parleremo più avanti (§. 690, 2.°) della ipotesi di una risoluzione di questi stessi globetti in parti integranti.

2. MUTAMENTI CHE SOFFRE LA MASSA DEL SANGUE

§. 667. I primi cambiamenti che riscontransi nella massa del sangue sono i seguenti:

1.° Allorquando il sangue entra a contatto coll' aria in quantità un poco considerabile, si copre di schiuma vermiglia, eziandio se non cade da cert' altezza, ma invece fluisce bavando alla superficie del corpo dell' animale.

2.° Esala, quando l' aria è fredda, un vapore visibile, che ha lievemente odore di sangue *(halitus sanguinis)*, vapore il quale si condensa in goccette sulla superficie dei corpi freddi, ad esempio, delle piastre metalliche, cui tengonsi sopra di esso; ma nello stato di espansione, si può raccoglierlo entro bottiglie, ove non estingue la fiamma di una candela ned intorbida l' acqua di calce, ma fa nascere nella dissoluzione di deutocloruro di mercurio alcuni fiocchi bianchi, i quali consistono nella combinazione di materia animale e di protocloruro. Se scuotesi tal vapore coll' acqua, il liquido prende odor di sangue, senza appalesare ai reattivi ciò che contiene, ma cade in putrefazione in capo a certo tempo, attrae l' ossigeno dall'aria, e produce, secondo Hunefeld, vapori bianchi quando

(1) *Loc. cit.*, *p.* 345.
(2) *Grundriss der Physiologie, t. I, p.* 143.
(3) *Loc. cit.*, *t. III, p.* 19.
(4) *Loc. cit.*, *t. I, p.* 212.

se ne avvicini acido idroclorico, locchè annuncia uno svolgimento di ammoniaca (1).

3.° Il sangue dei mammiferi e degli uccelli si rafredda poco a poco, od assume la temperatura del mezzo ambiente, mentre che la evaporazione si accompagna alla diminuzione positiva del calore. Trovò Schubler che il calore del sangue, essendo la temperatura esterna a 6,2 R, scendeva, in un' ora, dai 31 gradi agli 8, ed in due ore a 5,6 (2). Il sangue recente esposto al disotto dello zero non si coagula che lentamente, secondo Hunter; ma ove gli si lasci perdere il proprio vapore innanzi di freddarlo, la coagulazione avviene più rapidamente.

a. *Coagulazione del sangue.*

§. 668. Il mutamento più sorprendente è la *coagulazione*, o più esattamente la separazione in solido e liquido, che nel sangue umano incomincia, termine medio, cinque minuti dopo la uscita dalla vena, sebbene gli accada talvolta di manifestarsi già in capo ad un minuto, mentre, in certe circostanze, essa non accade che dopo mezz' ora, od anche un' ora intiera. Siffatta coagulazione è terminata in otto ore, sebbene essa ne richieda talvolta ventiquattro. Dapprima il sangue si addensa come la crema, o diviene consistente e tremolante qual molle gelatina. Se sia sparso a gocce sulla superficie di un corpo solido, o disteso in istrati sottilissimi, si dissecca semplicemente per effetto della evaporazione. Ma, laddove trovasi riunito in grandi masse, al primo periodo, che dura brevissimo tempo, succede il secondo che si prolunga assai di più; alla superficie della gelatina scorgesi comparire un liquido chiaro, il siero, ed il resto si condensa in certa massa solida, il grumo, che non può più essere ricondotto alla forma liquida, nè dal siero, nè dall' acqua.

1.° Il *siero* è un liquido limpido, traente al giallo-verdastro, viscoso, colante, di odore scipito ed alquanto ripugnante, di sapor salato. È più leggero del sangue intiero, e più pesante dell' acqua; la sua gravità specifica risulta di 1022 a 1037, secondo Martine, Musschenbroek, Jurine ed Haller (3), di 1027 a 1029, per opinione di Berzelio (4), di 1009 a 1011 negli uomini sani e minore nelle donne, giusta gli insegnamenti di Lauer (5).

(1) *Physiologische Chemie des menschlichen Organismus, t. II, p.* 213.
(2) *Poggendorf, Annalen der Physik, t. XXXIX, p.* 302.
(3) *Elem. physiolog., t. II, p.* 122.
(4) *Trattato di chimica, t. VII, p.* 66.
(5) *Literarische Annalen der gesammten Heilkunde, t. XVIII, p.* 393.

Thackrach (1) trovò i due estremi di 1004 e 1080. Senac (2) valuta il peso di un pollice cubico a 379 grani e 2/3. Disseccato in piastre sottili, il siero si copre, al pari di ogni altro liquido viscoso, di screpolature serbanti diverse direzioni. Dice Mayer (3) che scoppia allora in tavole quadrilateri, nel mezzo delle quali trovasi una parte più pellucida e di forma sferica.

2.° Il *grumo* o *crassamento (placenta, insula, hepar sanguinis*, detto altresì *cruore* nell' accettazione maggiormente estesa del vocabolo) ha la consistenza di solida gelatina, sicchè il dito vi lascia impressioni, le quali però non tardano a cancellarsi. La sua superficie è rosso-chiara, il margine pellucido e giallastro, l' interno di color rosso tracnte al bruno. La sua gravità specifica sorpassa non solamente quella del siero, ma inoltre quella del sangue intero; essa è di 1078, secondo Davy, 1084, secondo Musschenbroek, 1093 per opinione di Martine, 1126, giusta Jurine (4). Quindi occupa ordinariamente il fondo del vaso: se questo è stretto, contrae di frequente aderenza colle pareti, per guisa che il siero si trova imprigionato e non può riunirsi che al disotto di esso; talvolta sopranuota in virtù della sua tessitura spugnosa. Dopo la disseccazione, è rosso-bruno nerastro, rilucente alla superficie; si spezza in lamine, la sua spezzatura è scura, densa, con lucicori e strisce rosso-chiaro.

3.° Ma lo stesso crassamento non risulta che un miscuglio composto di tessuto filamentoso grigio, la fibrina (§. 675), e di certo liquido denso e rosso, il cruore. La sua parte essenziale è adun que la fibrina, che sola si solidifica o si coagula. Siccome la coagulazione, che è il passaggio dallo stato di espansione o di liquidità a quello di rinserramento o di solidità, si manifesta necessariamente sotto forma di contrazione, bisogna che la fibrina abbandoni la parte più liquida del sangue, il siero, lascia questo nello spazio d' onde essa si ritira, e lo spreme eziandio dal proprio tessuto a norma che essa si condensa maggiormente, mentre ritiene il cruore, che è più denso, ha più gravità ed aderisce ad essa con maggior forza. Si distrugge siffatta combinazione lavando a varie riprese con acqua il crassamento, cui si ha cura di rimuovere fortemente e d'impastare o spremere, dopo di che si decanta il liquido che sciolse il cruore. Bisogna astenersi dall' agitare violentemente o dallo stafilare il sangue fresco, o di farlo

(1) *An inquiry into the natnr and properties of blood, p.* 17.
(2) *Trattato della struttura del cuore, t. II, p.* 301.
(3) *Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe, p.* 8.
(4) *Haller, loc. cit., t. II, p.* 39.

colare dai vasi nell' acqua, giacchè allora la fibrina non si coagulerebbe più che in piccoli fiocchi e grumosi, ed il cruore si mescolerebbe al liquido. Spesso altresì effettuasi da sè stessa una separazione parziale, ora una porzione di cruore mescolandosi col siero, cui essa tinge in rosso, ed in fondo al quale produce più tardi un precipitato, ora una parte del crassamento non essendo formata che di sola fibrina e costituendo così ciò che dicesi la cotenna (§. 754, V.).

4.° Siccome la separazione del siero e del crassamento risulta immediatamente da certo atto meccanico, la proporzione nella quale essa accade dipende non solo dalla quantità delle due sostanze che esistono nel sangue, ma inoltre dal grado di coesione che la fibrina acquista coagulandosi. Il cruore è abbondantissimo in proporzione al siero, sia perchè il sangue contiene grande quantità di fibrina, sia perchè questa si contrae soltanto leggermente, sicchè ritiene molto siero nei suoi interstizii e viceversa. Bisogna altresì aver riguardo al tempo e ad altre circostanze di mezzo alle quali si osserva la coagulazione; talvolta il cruore trasuda per anco siero al secondo giorno, e se lo si ponga sopra carta grigia, o lo si comprima, nè dà più di quanto ne avrebbe senza di ciò somministrato. Ecco perchè rinvengonsi tante variazioni nell' annuncio delle proporzioni rispettive. Per tal modo la proporzione del grumo o cruore al siero nel sangue umano è di

1 : 0,50 — 0,82	secondo	Hamberger,
1 : 0,61	»	Vieussens
1 : 1	»	Boyle
1 : 1,40	»	Tabor
1 : 1,66	»	Homberg
1 : 2	»	Schwenke
1 : 3	»	Quesuay
1 : 4	»	Senac
1 : 7	»	Boerhaave,
1 : 10	»	Berger
1 : 12	»	Rosen (1)
1 : 0,42	»	Rhades
1 : 0,74	»	Thackrah
1 : 1,66	»	Gendrin
1 : 3	»	Thomson

(1) *Haller, loc. cit., t. II, p. 47.*

Si ottengono dati più positivi disseccando compiutamente il cruore, poi paragonando il peso della fibrina e del cruore secco a quello del sangue sul quale operossi. Giusta siffatto metodo, in mille parti di sangue, la proporzione del cruore al siero variava tra 157 : 843 e 208 : 792 secondo Rhades (1), locchè dà per termine medio 178 : 822 ; per avviso di Brande gli estremi erano di 94 : 906 e di 158 : 842, il termine medio di 130 : 870 (2). Prevost e Dumas operando sopra mille parti di sangue, trovarono che gli uccelli sono quelli in cui il cruore abbonda maggiormente, dappoichè ascende a

157	nella	gallina
155	»	piccione
150	»	anitra.
146	»	cervo
132	»	cicogna

viene poscia la tartaruga, ove la sua quantità è di 150. Havvene meno nei mammiferi, cioè :

146	nella	*Simia callitrix*
129	»	uomo
128	»	porco d' India
123	»	gatto
102	»	capra.
93	»	lepre
92	»	cavallo
91	»	vitello

meno ancora cioè 69 . . . . . » rana

in fine meno che ovunque altrove nei pesci, vale dire

63	»	trutà
60	»	anguilla
48	»	gadò bottatrice

La proporzione del cuore umido al siero, secondo Thackrah (3), è

(1) *Diss. de sero sanguinis hominis aliisque liquidis animalium, p.* 8.
(2) *Meckel, Archiv fuer Analomie,* 1828, *p.* 337.
(3) *Loc. cit. p.* 29.

1 : 0,28 — 0,50 . . . . nel cane
1 : 0,47 . . . . . » pecora
1 : 0,63 . . . . . » bue
1 : 0,65 . . . . . » porco
1 : 0,76 . . . . . » cavallo.

Giusta gli insegnamenti di Davy

1 : 0,70 . . . . . » bue

secondo Ficino

1 : 0,04 . . . . . » piccione
1 : 1,24 . . . . . » coracino.

secondo Fiedler

1 : 0,50 . . . . . » coniglio
1 : 0,05 — 0,09 . . . . . » piccione.

* *Fenomeni che accompagnano la coagulazione del sangue.*

§. 669. Molti fenomeni avvengono durante la coagulazione del sangue.

1.° Parent (1) aveva già riscontrate alcune bolle di aria, le quali scoppiavano e lasciavano così nel cruore alcune vescichette angolose. Riconobbe Brande che quest'aria era acido carbonico, giacchè intorbidava l'acqua di calce (2); quindi il suo sviluppo viene considerato da Home (3) e Scudamore (4), quale circostanza essenziale e qual condizione del coagulamento; da Berthold (5), come fenomeno che favorisce quest'ultimo. Ma Davy nega positivamente che esso avvenga (6).

2.° Siccome qualunque condensazione va accompagnata da svolgimento di calore, così Fourcroy ammetteva che ne avvenisse pure durante la coagulazione del sangue. Ma non potrebbe essere provato, nel sangue dei mammiferi e degli uccelli, che mediante il rallentarsi del freddamento, dappoichè la temperatura di questo liquido sorpassa quella dell'atmosfera

(1) *Storia dell' Accademia delle scienze*, 1711, *p.* 24.
(2) *Home*, *Lectures*, *t. III*, *p.* 13.
(3) *Ivi*, *p.* 3.
(4) *Versuch ueber das Blut*, *p.* 25.
(5) *Beitraege zur Anatomie*, *p.* 241.
(6) *Heusinger*, *Zeitschrift fuer die organische Physik*, *t. II*, *p.* 394.

colla quale essa deve porsi in equilibrio. Gordon, Thomson e Scudamore (1) ammisero, infatti, che esso si freddasse con maggior lentezza; Dice Gendrin (2) che il sangue discende a ventiquattro gradi immediatamente dopo la sua uscita dai vasi, che serba questa temperatura durante la coagulazione, e che poscia si raffredda rapidissimamente. Siffatta opinione fu combattuta specialmente da G. Davy (3), il quale attribuisce il freddarsi più lento dello strato superiore del sangue a ciò che il calore irradiantesi dalle parti profonde e dal fondo scaldato del vaso, si sparge dal basso in alto, spiegazione adottata egualmente da Schroeder van der Kolk (4). Quando Davy riempiva del sangue di un mammifero una bottiglia scaldata e circondata di lana, conservava egli la sua temperatura primitiva durante la coagulazione ed eziandio molti minuti dopo, e solo in capo a dieci minuti raffreddavasi di circa un mezzo grado del termometro di Fahrenheit. Pose Denis (5) del sangue umano entro un vaso circondato di oggetti aventi la temperatura del corpo umano, e riconobbe che il mercurio non ascendeva già nel termometro durante la coagulazione. Fece Hunter, sotto tale aspetto, una osservazione ancora più decisiva; alla temperatura esterna di 14° R. quella del sangue estratto dai vasi di una tartaruga, segnava 15° ed il liquido discese a 14° durante la stessa coagulazione. Si comprende di leggeri, prescindendo eziandio dall'evaporazione che accompagna il coagulamento, che questo non sia contrassegnato da sviluppo di calore, dappoichè si solidifica la sola fibrina, ed essa non entra nel sangue, che per circa un quattro centesimo; e quindi non si osservò nemmeno elevamento di temperatura durante la coagulazione del siero effettuata dagli acidi.

3.° Non sembra neppure, per asserzione di Schroeder van der Kolk (6), che il sangue scemi di volume coagulandosi.

4.° Heidemann (7), Trevirano (8) e Gruithuisen (9), hanno veduto la fibrina a muoversi durante i progressi della coagulazione.

5.° Secondo Bellingeri (10), la elettricità del sangue si pone in

(1) *Loc. cit.*, *p.* 56-65.
(2) *Storia anatomica delle infiammazioni*, *t. II*, *p.* 424.
(3) *Meckel*, *Deutscher Archiv*, *t. I. p.* 117.
(4) *Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam*, *p.* 56.
(5) *Ricerche sperimentali sul sangue umano*, *p.* 75.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 57.
(7) *Reil*, *Archiv*, *t. VI*, *p.* 425.
(8) *Biologie*, *t. IV*, *p.* 557.
(9) *Beitraege zur Physiognosie*, *p.* 89.
(10) *Bollettino della Soc. med. d'Emulazione*, 1823, *p.* 643.

equilibrio con quella dell' atmosfera durante specialmente la coagulazione, prima e dopo della quale essa cambia di poco.

6.° Esaminando col microscopio del sangue disseccato, vi si scopre nella massa rossa una quantità di zone, le quali, quando sono strette, compariscono più cariche, ma se hanno maggior larghezza, rassomigliano a lagune o fessure. Tali fessure provengono evidentemente dalla contrazione che comportò la massa disseccandosi, sebbene possa avervi preso parte la coagulazione. Tengono differenti direzioni, sicchè la massa tra esse compresa varia egualmente di forma. Questo fenomeno sembra procedere in ispecialità da una causa meccanica, in particolare, dall'essere la goccia del sangue più densa sopra un punto che sopra un altro, sicchè si produsse più cruore nell' uno e maggior siero nell'altro ; sarebbe però possibile eziandio che vi si dovesse vedere la manifestazione di una forma di cristallizzazione propria al sangue. Crede Mayer aver osservato che in virtù della forza plastica vivente inerente alla fibrina, il sangue cristallizzi in aghi conici, i quali si allontanano irradiandosi da un centro comune, e vanno allargandosi secondo che si ravvicinano al contorno della massa(1); aggiunge egli che il cruore forma, all'opposto, certe tavole quadrangolari, le quali presentano un margine di color carico, e, nel centro, un punto rotondo, od una sfera rossa-pallida. Per suo avviso, questi corpi sarebbero il contenuto propriamente detto dei globetti del sangue, se loro accadesse talvolta di disporsi in linee, ma in un vetro di orologio, produrrebbero nel centro alcune masse sferiche, le quali andrebbero sempre diminuendo verso la circonferenza (2). Sembrami che queste formazioni provengano per la massima parte da circostanze puramente meccaniche. Il sangue non assume la forma raggiata attribuita alla fibrina altro che quando lo si lasci seccare entro un vetro di orologio o qualunque altro corpo cavo analogo ; le fessure che necessariamente produconsi durante la disseccazione, si estendono dal punto in cui il sangue è accumulato in maggior quantità, verso quello ove esso forma lo strato più sottile, e vanno per conseguenza raggiando dal centro alla circonferenza ; spesso altresì formansi fessure trasversali nei raggi, sicchè il tutto rappresenta una vôlta costrutta a mattoni, e nel contorno, ove la massa era più sottile che ovunque altrove, lievi fessure, simulanti striscie di color carico, s'incrocicchiano senza regolarità le une colle altre, in guisa da far nascere colà una apparenza cellulosa. Se il sangue fu seccato sopra di una superficie

(1) *Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe*, p. 7-10.
(2) *Ivi*, p. 14.

piana, ora esso non presenta che una reticella prodotta da fessure irregolari, ora offre forme le quali sembrano più regolari, sebbene non siano meno accidentali, per esempio, un centro a piccole cellette, circondato da fessura irregolarmente anellare, d'onde partono altre fessure, le quali si estendono irradiandosi verso la periferia, lasciando fra esse alcuni spazii di color più carico, ed alla circonferenza un reticello a maglie strette risultante da fibre sparse in ogni sorta di direzioni. Se il sangue fu allungato con acqua prima che lo si assoggetti alla disseccazione, le forme maggiormente diverse si mostrano insieme associate; per esempio, una parte guernita di piccole punte e di striscie finissime, che circonda una corona di vescichette, d'onde partono zone andanti a raggiungere in linea retta la circonferenza, segnata da un orlo di color carico; alcune vescichette sparse, circondate da reticello celluloso; certe coagulazioni in forma di filamenti, di stelle a quattro o cinque rami, di zampe di oca, e simili; ma soprattutto di deutriti privi di colore, in linee rette, spesso simetriche, le quali si compongono di tronchi longitudinali somministranti ad angolo retto rami trasversali, da cui talvolta eziandio si staccano, egualmente ad angolo retto, brevi rami longitudinali. (Queste fessure non hanno nulla di comune colla cristallizzazione; dipendono interamente dalla forma della goccia di sangue sparso, e dalla disposizione piana o concava del porta-oggetto. Se ne producono di simili in tutti i liquidi animali viscosi che disseccansi, e Fontana, verbigrazia, ne descrisse di analoghe nel veleno della vipera assoggettato alla disseccazione. Siccome la massa aderisce al porta-oggetto, non può contrarsi secondo che la disseccazione scema il suo volume, e deve, in conseguenza, prodursi fessure, le quali, sopra un porta-oggetto concavo, sono più considerabili verso il margine, più deboli nel mezzo, ove la massa risulta più grossa ed ove le particelle serbano maggior coerenza le une colle altre. Queste fessure non sembrano per nulla differire da quelle di una massa di terra che si dissecca (1)).

Sarebbe più istruttivo osservare la stessa coagulazione col microscopio, se tale osservazione potesse essere eseguita con tutta la esattezza desiderabile. Scorgesi nascere alla superficie una pellicella, la quale non mostra parti discernibili, ed al disotto della quale formasi un tessuto celluloso. Secondo Magendie (2), le maglie di questo tessuto ingrandisconsi poco a poco per la contrazione della fibrina, mentre spariscono sopra certi punti; tra la parte centrale colorata e la circonferenza trasparente,

(1) *Giunta di G. - Muller.*

(2) *Saggio elementare di fisiologia t. II, p.* 308.

rimarrebbero certe ramificazioni, le quali si unirebbero insieme alla maniera dei vasi o meglio delle nervature di una foglia. Home (1) pretende che tutto il cruore del sangue sia sparso di canali ramificati e riuniti in forma di reticello, i quali, ponendo il cruore in una dissoluzione di colla di pesce colorata, sotto il recipiente della macchina pneumatica, esalano gas acido carbonico e si riempiono di questa massa; per suo avviso, sarebbero prodotti dal gas acido carbonico che si sviluppa durante la coagulazione, sicchè non si riscontrerebbero già nel sangue al quale si avesse sottratto il suo acido gazoso sottoponendolo all' azione della tromba; aggiunge egli che siffatti condotti si lacerano durante la disseccazione. Io non ho potuto giungere a vederli (*).

** *Fenomeni accessorii della coagulazione del sangue.*

§. 670. Passiamo ora allo studio delle circostanze accessorie della coagulazione.

1.° La coagulazione presenta alcune varietà presso i differenti animali. Sembra però avverato che, di tutti i sangui, quello degli uccelli si coaguli più prestamente, e con la maggior lentezza l'altro dei rettili e dei pesci. Ma per determinare il rapporto esattamente, sarebbero necessarie moltiplici osservazioni, cui per anco non possediamo, giacchè le circostanze individuali sono la sorgente di grande diversità. Secondo Blundell (2), il sangue dei cani incomincia dopo dieci secondi a coagularsi, e scorso un minuto esso è gia affatto solido, mentre quello dell'uomo non si addensa che al più presto dopo un minuto e ne esige cinque per assumere lo stato solido. Giusta il divisamento di Thackrah (3), la coagulazione richiede cinque in tredici minuti pel sangue del cavallo, due in sei per quello del bue, mezzo in tre per quello del cane, mezzo ad uno e mezzo per quello della pecora, del porco e del coniglio, mezzo ad uno per quello dell'agnello, uno a due per quello dell'anitra, mezzo ad uno e mezzo per quello della gallina. Fiedler (4) dice che il sangue dei piccioni si addensa istantaneamente, ed è solidificato dopo cinque minuti, ma che solo dopo ventisette minuti esso incomincia ad abbandonare del siero,

(1) *Loc. cit.*, *t. III*, *p.* 9-13.

(*) *Leggi, sulla coagulazione del sangue, Raspail, Nuovo sistema di chimica organica*, *p.* 372, *tav. IV*, *fig.* 15.

(2) *Physiological and pathological researches*, *p.* 130.

(3) *Loc. cit.*, *p.* 29.

(4) *Diss. de columbarum sanguine. Berlin*, 1824, *in* 8.°.

mentre che quello dei conigli non si addensa che dopo otto minuti, abbandona siero in capo a ventidue, e ne richiede ventisette per acquistare la stessa solidità di quello dei piccioni dopo cinque.

Negli animali senza vertebre, la coagulazione è assai più incompiuta. Risulta dalle osservazioni di Caro (1), che il sangue della lumaca delle vigne si coagula in due o tre minuti, e che si divide in un terzo di siero e due terzi di un cruore simile a glutine poco denso. Quello del gambero si coagula in un minuto, secondo lo stesso autore, e dà certo cruore ad un tempo più abbondante e più sodo. Assicura però Gaspard che il sangue della lumaca delle vigne non fa che separarsi in certo liquido soprannuotante azzurro ed in altro più pesante privo di colore, sebbene alquanto opaco (2). Dice egualmente Erman che esso non si divide già in cruore ed in siero, e che solo in capo a molte settimane dà, mediante la putrefazione, un precipitato polverulento (3). Per opinione di Blainville (4), il sangue rosso degli annelidi non si coagula, ma lascia, evaporandosi, certa massa gelatinosa, la quale, dopo la disseccazione, può rediscogliersi nell'acqua e riprendere lo stesso aspetto di prima; non se ne separa neppure materia colorante speciale.

2.° La coagulazione non proviene già dall'entrare il sangue in contatto coll'aria, giacchè accade eziandio quando, subito dopo la sua uscita dal vaso, ricevesi questo liquido entro un fiasco otturato, come si compie, dopo la morte, nell' interno delle cavità chiuse del corpo, mentre non la si osserva dopo aver injettato aria nei vasi di animali viventi, o quando, sopra cadaveri umani, trovasi aria mescolata col sangue. Però il contatto dell'aria la favorisce certamente, rendendola più sollecita e più compiuta; accade essa eziandio più debolmente in un vaso stretto o chiuso che in vaso piatto ed aperto (5). Il quale fenomeno non sembra già provenire da una azione chimica, giacchè, sebbene Scudamore (6) pretenda il contrario, pure fu dimostrato dalle ricerche di Davy (7) e di Schroeder (8), che la coagulazione non si effettua altrimenti nel gas ossigeno o nel gas

(1) *Von den oeussern Lebensbedingungen*, *p.* 86.
(2) *Giornale di Magendie*, *t. II*, *p.* 295.
(3) *Abhandlungen der Akademie zu Berlin*, 1816-1817, *p.* 209.
(4) *Corso di fisiologia generale t. I*, *p.* 305.
(5) *Schroeder*, *loc. cit.*, *p.* 9.
(6) *Versuch ueber das Blut*, *p.* 50.
(7) *Froriep*, *Notizen*, *t. XXIII*, *p.* 294.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 81.

acido carbonico, di quello che nell'aria atmosferica; non presenta eziandio sensibile differenza nel gas idrogeno (1) Dobbiamo quindi presumere che la evaporazione eserciti qui certa influenza, e lo conferma il fatto che giusta le osservazioni di Hunter, di Thackrah (2) e di Scudamore (3), il sangue che fluisce lentamente, goccia per goccia, e sopra una grande superficie, si coagula più rapidamente, sebbene il siero si separi meno compiutamente del cruore; d'altronde, giusta la osservazione di Gendrin (4), la coagulazione è più lenta in tempo umido, mentre che, al dire di Hunter e di Scudamore, essa progredisce con maggior rapidità sotto il recipiente della macchina pneumatica. Per dir vero, Davy dubita di quest'ultimo fenomeno, però a torto. Ora siccome, giusta Scudamore (5), la maggiore abbondanza dell'evaporazione nell'aria rarefatta vi fredda il sangue più prestamente che nell'atmosfera, questa circostanza potrebbe essere la causa dell'accrescimento della celerità comportato dalla coagulazione.

3.° Ma la coagulazione non posa già essenzialmente sul freddamento; lo dimostra già il vedersela nel sangue dei rettili e dei pesci, la cui temperatura cambia poco o nulla dopo la sua uscita dal corpo; come pure, il gelarsi del sangue senza coagularsi qualora lo si esponga ad un gran freddo, poi ritornare liquido col calore, e coagularsi allora come farebbe il sangue fresco, fenomeno di cui dobbiamo la conoscenza ad Hewson (6). Riconobbe questo stesso osservatore, inoltre, che la coagulazione viene sollecitata dal calore; il sangue immerso in bagno-maria segnante trenta in trentatrè gradi della scala reaumuriana, si coagula più prestamente dello stesso sangue all'aria la cui temperatura era di dieci in quindici gradi (7); di due lembi di vena giugulare di un cane, cui avevasi compresa tra due legature, poi recisi, uno fu immerso nell'acqua fredda e l'altro nell'acqua calda; in capo a tre quarti di ora, il sangue dell'ultimo era coagulato, mentre quello del primo serbava per anco la sua fluidezza (8); essendosi posti nell'acqua o nell'olio a due gradi, alcuni lembi analoghi di vena, il sangue vi si trovò liquido ancora dopo sei ore, e solo in capo a ventiquattro

(1) *Ivi*, *p.* 47.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 37.
(3) *Versuck ueber das Blut*, *p.* 34.
(4) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 426.
(5) *Versuch ueber das Blut*, *p.* 20.
(6) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 19.
(7) *Ivi*, *p.* 3.
(8) *Ivi*, *p.* 74.

ore vi si mostrò alquanto addensato (1). G. Davy riscontrò egualmente che il sangue rimaneva liquido per più di un' ora allo zero. Scudamore (2) altresì vide che la coagulazione effettuavasi con maggior prestezza a caldo che a freddo, e che certo sangue cui bastavano tre minuti per coagularsi entro un fiasco ove lo si lasciava freddare lentamente, non passava allo stato solido che in capo di cinque minuti entro una tazza, permettente più rapido freddamento, e di sette in una sottocoppa, ove la sua temperatura abbassavasi ancora più prestamente (3), ciocchè, a dir vero, stà in contraddizione con le osservazioni superiormente riportate. Dice altresì Gendrin (4), che la separazione del cruore e del siero accade tanto più prestamente quanto maggiormente elevata è la temperatura, e che dessa non si effettua già allo zero; assicura tuttavia aver osservato che essa incomincia più presto nell' inverno che nell'estate, locchè proviene forse dal non essere lo stato della vita il medesimo durante questa stagione dell'anno.

In quanto alla precisa determinazione del grado di calore, crede G. Davy aver osservato essere la coagulazione alquanto più lenta a trenta gradi della scala reaumuriana e più rapida ai trentotto, che dai venti ai venticinque. È più positivo che una temperatura eguale a quella del corpo vivente favorisca più che ogni altra la coagulazione del sangue, ciocchè risulta dalle osservazioni praticate da Hewson (5), Schroeder (6) e Thackrah (7). Pretende tuttavia quest'ultimo che la coagulazione cui effettuasi in due minuti dai trenta ai trentanove gradi del termometro di Reaumur, esiga dieci secondi di più dai quattro fino agli otto, e quattro minuti dai dodici fino ai venticinque, sebbene d'altronde la separazione del siero sia più facile e più abbondante ad alta temperatura.

5.° Finalmente il sangue uscito dai vasi non si coagula già perchè cessa di muoversi, giacchè qualora lo si sbatti con bacchette, tutta la fibrina che contiene si solidifica; ma l'agitazione non permettendogli di rappigliarsi in massa di gran volume, non produce che fibre o fiocchi cui non iscopronsi se non operando la feltrazione. Il sangue adunque non perdette con ciò che in apparenza la propria coagulabilità, dappoichè

(1) *Ivi*, *p.* 75.
(2) *Versuch ueber das Blut*, *p.* 17.
(3) *Ivi*, *p.* 36.
(4) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 424.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 5.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 48.
(7) *Loc. cit.*, *p.* 38.

l'unico dei suoi principii che sia capace di coagulazione, assunse lo stato solido, ma si ridusse in molecole assai divise. Secondo Thackrah (1), il movimento artificiale ritarderebbe la coagulazione, ma Scudamore (2) trovò che il sangue si coagula più prestamente quando lo si batte che quando lo si lascia in riposo, e Davy, che in tanti punti lo contraddice, è seco d'accordo sopra di questo.

b. *Putrefazione del sangue.*

§. 671. Abbiamo poche cose a dire intorno alla putrefazione, ultimo cambiamento che patisca il sangue uscito dai vasi. Dipende essa dall'acqua in siffatto liquido contenuto, giacchè il sangue evaporato fino a siccità, oppure il cruore disseccato, non la comporta che alla condizione di aggiungervi acqua. Si svolge essa più rapidamente, cioè dopo circa due o tre giorni, sotto la influenza di un'aria calda ed umida; nei casi ordinarii, non avviene che dal terzo al quarto giorno; si stabilisce più tardi nei vasi chiusi. Il sangue che la comporta diviene di color bruno carico e fetido; il cruore si rammollisce, si liquefà e si confonde col siero in un liquido untuoso, omogeneo, il quale contiene fiocchi membraniformi bruni e neri. Questo liquido non si coagula già all'aria, ma il calore della bollitura e l' alcoole vi fanno nascere la coagulazione. Assorbe esso l'ossigeno dell'aria atmosferica, e, per asserzione di Hunefeld (3), siffatto assorbimento va talvolta accompagnato dalla fosforescenza; si svolge gas acido carbonico, gas idrogeno solforato e carbonato di ammoniaca, mentre che nello stesso tempo formasi certa sostanza grassa. Scorso un tratto di tempo, il sangue è convertito in una massa densa, estrattiforme, e finalmente non ne rimane più che una terra animale, la quale si rassomiglia al carbone prodotto dalla combustione, ma che è grassa ed untuosa.

Le dissoluzioni dei principii immediati del sangue (§. 675) diventano torbide quando la putrefazione incomincia ad impadronirsi di essi; depongono certa sostanza fioccosa che sembra contenere grasso, e che risulta solubile in parte nell'ammoniaca; svolgono altresì dell'ammoniaca.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 38.
(2) *Versuch ueber das Blut*, *p.* 34.
(3) *Archiv fuer die gesammte Naturlehre*, *t. VI*, *p.* 481.

B. *Mutamenti provocati nel sangue.*

§. 672. Se per approfondire la natura del sangue, osserviamo i cambiamenti causati dalle potenze o sostanze cui facciamo agire sopra di esso, giungiamo a resultati, i quali spesso differiscono o sono anche opposti tra loro nei diversi casi. Tale differenza dipende dapprima dai rapporti di quantità; secondo che la potenza riesce più o meno forte, la sostanza più o meno concentrata, l'azione più o meno prolungata, e più o meno considerabile la massa del sangue, sulla quale si opera, si manifestano fenomeni diversi. Le circostanze concomitanti esercitano inoltre grande influenza, di maniera che, ad esempio, una stessa reazione dà resultati affatto differenti secondo la temperatura. Bisogna altresì aver riguardo al metodo preparatorio di cui ci valiamo, alla maniera con cui trattasi il sangue innanzi di metterlo in esperienza, ed al tempo che scorse dopo la sua uscita dai vasi. Lievi modificazioni, in ogni altro caso appena valutabili, nella composizione di una sola e medesima sostanza, cagionano egualmente notevoli differenze a motivo della suscettibilità estrema del sangue; così, ad esempio, l'acido fosforico di recente preparato opera in tutt'altra maniera di quello, la cui preparazione conti già una data di otto giorni. Finalmente il sangue è modificato a tal punto, non solo secondo la specie, l'età, il sesso e gl' individui, ma inoltre, giusta lo stato presente della vita in ogni individuo, che la sua maniera di comportarsi con questo o quel reattivo può per ciò solo variare, e pure tali modificazioni sono cotanto leggieri che, d'ordinario, gli effetti soltanto ne svelano la loro esistenza, cui ne torna impossibile comprovare in sè stessa.

Tutte siffatte circostanze riunite rendono lo studio chimico del sangue estremamente difficile; se tracciamo un prospetto generale dell'azione di una potenza, corriamo rischio di generalizzare ciò che dipendeva soltanto da certe circostanze, e se entriamo in tutti i ragguagli di ogni resultato, ci perdiamo di mezzo a minuzie, senza poter giungere a veruna cosa generale. Siamo per anco nell'aspettazione di un uomo di genio, il quale esamini la storia del sangue in modo compiuto e sappia dedurne vedute esatte ed elevate. Lo stato d'imperfezione della scienza scuserà le lacune cui potrannosi rilevare nella seguente esposizione (§§. 673-687).

I. AZIONE DEGLI IMPONDERABILI SUL SANGUE.

§. 673. Fra le sostanze dette imponderabili che possono agire sul sangue, ripongonsi la luce, la elettricità ed il calore.

I. Debole riesce l'azione della *luce* sopra di questo liquido. Pensa Heidemann che il sangue si coaguli più prestamente alla luce solare che all'ombra (1); ma potrassi domandare qual è la parte che ridonda al calore nella produzione di tale fenomeno.

II. La *elettricità* influisce sopra la temperatura, la coagulabilità e la composizione del sangue.

1.° Vide Wilson (2) il sangue freddarsi men prestamente sotto la influenza del galvanismo; ma tale effetto poteva benissimo dipendere dall'elevazione della temperatura dei fili conduttori; giacchè Schubler provò non solo che il sangue si fredda mediante l'elettricità, come il mercurio e l'olio, ma inoltre che esso discende, al pari dell'acqua, a due gradi al disotto della temperatura del mezzo ambiente (3). Segue da ciò che il primo effetto della elettricità sembra essere di accrescere la evaporazione; giacchè quest'ultima è per certo la causa del freddamento.

2.° Secondo Schroeder (4) e Scudamore (5) il galvanismo solleciterebbe la coagulazione del sangue. Dice altresì Gendrin che essa accade più prestamente pel tempo burrascoso (6). Ma Rossi si convinse che il sangue si coagula con maggior lentezza nell'aria elettrizzata, che vi dà ed un cruore più piccolo, più molle, ed un siero maggiormente giallastro (7). Schubler comprovò, mediante esatte ricerche, che la elettricità in generale e la negativa in particolare, ritardavano la coagulazione, ma che la elettricità positiva la impediva negli strati superiori, di maniera che la superficie appariva come disciolta. Siffatto ritardo è dovuto, secondo ogni apparenza, all'abbassamento della temperatura.

3.° Il sangue assume color rosso più carico, secondo Schroeder (8),

(1) *Reil, Archiv, t. VI, p.* 423.
(2) *Ueber die Gesetze der Functionen des Lebens, p.* 195.
(3) *Poggendorff, Annalem der Physik, t. XXXIX, p.* 318, 344.
(4) *Loc. cit., p.* 84.
(5) *Versuch ueber das Blut, p.* 46.
(6) *Loc. cit., t. II, p.* 426.
(7) *Bollettino della Soc. med. di Emulazione*, 1823, *p.* 634.
(8) *Loc. cit., p.* 83.

per effetto delle commozioni elettriche, e secondo Rossi, nell'aria elettrizzata. Rimarcò Brande che il sangue rinchiuso nel cerchio della pila voltaica diviene fortemente alcalino e nero al polo negativo, debolmente acido e vermiglio al polo positivo (1). Krimer, all'opposto, lo vide assumere color più carico e liquefarsi al polo positivo (2). La differenza di questi resultati proviene forse da quella della durata e della intensità dell' azione galvanica. Attenendosi al parere di Schubler (3), il sangue liquido diviene scarlatto ed alcalino, con isvolgimento di bolle di aria al polo negativo, mentre al polo positivo, l'acido che si sviluppa lo discioglie e lo rende nero; là infatti un anello di color carico traente al nero, si forma attorno del conduttore, il cruore si scava di certa depressione, come se fosse stato corroso, ed il siero acquista certa tinta di color nero rossastro, dovuta probabilmente a del cruore annerito che vi si disciolse.

4.° Osservò Schroeder inoltre che il sangue cui aveasi assoggettato a commozioni elettriche, o sul quale avevasi fatto agire il galvanismo, putrefacevasi più presto di quanto lo suol fare.

III. Il sangue s' impadronisce di leggeri del *calore;* se sia desso alla temperatura dell'aria, e vi si immerga il dito, soffresi certa sensazione di freddo. Non tarda neppure a scaldarsi sul fuoco.

5.° Per coagularlo basta un mediocre calore.

Se fu allungato con acqua, scorgesi comparire alla sua superficie una schiuma verdastra, poi formarsi un precipitato grigio, in seguito depongonsi fiocchi più abbondanti dopo la separazione dei quali, pel filtro, il liquore presenta un colorito rosso vermiglio e serba per anco l'attitudine a coagularsi. Facendo agire più alla lunga il calore si ottiene un coagulo abbondante, grigio verdastro; il liquore è giallo-pallido, nè si coagula coll'aggiunta dell'alcoole.

Il sangue puro si addensa prestamente col calore, poi vi si dissecca e si converte, o in una massa solida di color bruno-carico, oppure, qualora lo si mescola del continuo, in certa polvere nerastra, che sembra grassa al tatto, non soffre verun cambiamento nei vasi chiusi, si umetta alquanto all' aria, e si copre, dopo alcuni mesi, di certa efflorescenza di carbonato di soda. Operando siffatta coagulazione mediante lieve calore, in un apparato distillatore, passa un liquido acquoso, il quale tramanda lieve odore animale, si coagula ad un calore più elevato, nè tarda a putrefarsi quando

(1) *Home, Lectures, t. V, p.* 156.
(2) *Versuch einer Physiologie des Blutes, p.* 314.
(3) *Loc. cit., p.* 320.

lo si conserva, depone fiocchi, ed inverdisce lo sciroppo di viole. Siffatto liquido risulta certamente identico col vapore che si svolge dal sangue alla temperatura ordinaria (§. 667, 2.°).

6.° Ad un calore più intenso, il sangue coagulato secco entra in fusione, si gonfia, sparge vapori grigi, aventi l'odore del corno abbruciato, ed arde con fiamma rilucente; il carbone che rimane è risplendente, nero, difficile ad incenerirsi, dapprima denso e solido, diviene, coi progressi della combustione, spugnoso, leggerissimo, facile a schiacciarsi. La cenere è di color giallo rossastro; contiene fosfato, idroclorato e carbonato di soda, fosfato e carbonato di calce, fosfato di magnesia, fosfato di ferro, talvolta eziandio traccie di manganese e di silice. Se la combustione accade in un apparato distillatorio indipendentemente dal gas acido carbonico, che può già essersi sviluppato prima della combustione, si ottengono i prodotti volatili della decomposizione, del gas idrogeno carbonato e del gas idrogeno solforato; dell'ammoniaca proveniente dalla combinazione dell'idrogeno coll'azoto; dell'acido idrocianico, composto di azoto, d'idrogeno e di carbonio; dell'olio empireumatico, che è in parte rosso e leggero, in parte nero e denso, e che differisce dall'olio vegetabile pel fosforo e l'azoto che contiene, come altresì per la grande facilità colla quale si altera all'aria ed alla luce. Se abbruciasi sangue disseccato con della potassa, l'acido idrocianico che si produce viene fissato da quest'ultima, nel tempo stesso che si combina col ferro, sicchè la dissoluzione acquosa (lescivia del sangue) contiene, fra gli altri sali del cianuro di potassio e del ferro.

Secondo Krimer (1), il sangue fresco, assoggettato alla distillazione, dà molto gas acido carbonico e poca ammoniaca, mentre che ottiensi dal sangue putrefatto molta ammoniaca, colla quale è combinato l'acido carbonico.

2. AZIONE SUL SANGUE DELLE SOSTANZE PONDERABILI.

§. 674. 1.° In quanto concerne i *gas*:

Il sangue, posto a contatto coll'aria atmosferica, diventa scarlatto alla sua superficie, mentre serba un colore rosso carico in tutti i punti non toccati dall'aria. Se rivolgasi allora il crassamento, quando assunse bastevole consistenza sicchè il cruore non possa più cambiarvi posto, i

(1) *Loc. cit.*, *p.* 248.

colori comportano analogo cambiamento. Agitando sangue nero con aria entro un fiasco, esso diventa vermiglio.

Il color rosso assume maggior splendore ancora nel gas ossigeno, ove il sangue si coagula con più prontezza, nel tempo stesso che vi si divide in crassamento più sodo ed in siero più limpido; ma se l'azione del gas ossigeno si prolunga, il sangue acquista color più cupo e finisce col divenire nerastro, come allorquando lo si mescoli con gli acidi.

Nel gas acido carbonico, il sangue assume color più cupo, ed il suo rosso trae allora all'azzurro od al bruno; si coagula con maggior lentezza, e si divide men compiutamente; il cruore è più molle, il siero torbido.

Il gas idrogeno carica egualmente il colore del sangue.

Questo effetto è ancora più sensibile quando si operi col gas idrogeno solforato.

Il gas ossidulo di azoto fa assumere al sangue il color porporino.

G. Davy negò ultimamente l'azione chimica del gas sul sangue, in particolare la influenza dell'aria atmosferica e del gas ossigeno per ravvivare il suo color rosso. Citiamo qui questa paricolarità a solo titolo di fenomeno letterario, giacchè saremo costretti ritornarvi quando studieremo la metamorfosi che il sangue comporta nei polmoni.

2.° Il sangue ha grandissima affinità per l'*acqua;* ne assorbe la metà del proprio peso, e fino un peso eguale al suo. Tale fenomeno si osserva eziandio nel crassamento che aumenta per ciò di volume, e la cui proporzione al siero era di 3,26 : 1, nelle esperienze praticate da Hey (1), mentre che, senza giunta di acqua, essa risulta soltanto di 2,45 : 1. Dicesi che una maggior quantità di acqua disciolga il sangue liquido, e che in particolare venti parti di questo liquido gli impediscano di coagularsi; ma tale asserzione sembra posare sopra una mera illusione. In questo caso la fibrina si coagula, come se non si avesse aggiunto acqua; ma, essendo comparativamente meno abbondante (§. 684), e diluita in grandissima quantità di liquido, è dessa ridotta in molecole di estrema tenuità e diviene tanto meno visibile, in quanto che il cruore si discioglie e non si attacca ad essa; però non tarda a divenire sensibile alla vista, giacchè si precipita al fondo dell'acqua.

Versando acqua sul crassamento del sangue, e rinnovandola ogni giorno, non rimane più che poco di siffatta massa in capo ad un mese; però il residuo deve essere la totalità della fibrina che conteneva il

(1) *Thackrah, loc. cit., p.* 40.

sangue, a meno che una parte non sia divenuta solubile nell' acqua per decomposizione. Infatti il crassamento rammollito dall'acqua cade con maggiore prestezza in putrefazione, e, dopo aver deposto il cruore divenuto più cupo, si convertì in una specie di adipocera.

L'acqua calda produce, in virtù del suo calore, alcuni grumi nei quali la fibrina trovasi unita al cruore ed all' albumina ; la ebollizione prolungata scompone siffatti grumi, di cui essa converte una parte in osmazoma, il quale si discioglie nell'acqua.

3.° Gli *acidi*, cui mescolansi col sangue liquido, determinano la coagulazione di tutte le parti che ne sono suscettibili, e rendono quasi sempre il colore più cupo ; il quale ultimo effetto è specialmente prodotto dall' acido solforico, che, al pari del cloro, tinge il sangue in nero.

L' azione esercitata sui principii coagulati del sangue (albumina, cruore e fibrina) varia sotto molti aspetti, ed in primo luogo quanto al grado.

Negli acidi forti e concentrati, il coagulo si gonfia, si rammollisce e diventa simile ad una gelatina soda, ma nello stesso tempo untuoso o fragile. Durante siffatto cambiamento, esso scomponesi, principalmente sotto la influenza di alta temperatura, e l' acido s' impadronisce di una parte della combinazione novella così prodotta, che puossi precipitarne coll' aggiunta dell' acqua, dell' alcoole o di un alcali, mentre il resto rimane indissoluto.

Gli acidi più deboli od allungati esercitano tale influenza sul coagulo del sangue, alla temperatura ordinaria, da rinserrarsi sopra sè stesso e divenire insolubile nell' acqua. Se allora si toglie l' eccesso dell' acido mediante ripetuti lavacri, o se adoprasi soltanto un acido dotato di lieve azione, ottiensi certa combinazione in cui l'acido ed il coagulo del sangue si fanno equilibrio, vale dire un composto neutro, in certa guisa salino, e solubile nell'acqua ; ma i materiali immediati del sangue perdettero le loro proprietà primitive, per esempio, quella di coagularsi coll'azione del calore, e sono più o meno decomposti.

Esercitano in secondo luogo molta influenza la qualità degli acidi e la loro affinità pel sangue.

Gli acidi che più potentemente agiscono sono quelli, la cui composizione maggiormente si allontana da quella del sangue, l'acido solforico e l' acido nitrico. Abbandonano essi una parte del loro ossigeno al sangue, gli tolgono porzione del suo azoto, tanto puro ed allo stato di gas, quanto unito all' idrogeno e costituente ammoniaca, come combinato col carbonio ed idrogeno, e producente acido idrocianico, sicchè la parte consistente

soltanto in ossigeno, carbonio ed idrogeno, rimane allo stato di grasso, di carbone, d' acido ossalico e di acido acetico o di acido malico. L' acido idroclorico agisce con minore intensità, nè svolge azoto che col soccorso del calore; alla temperatura ordinaria, dà certa dissoluzione dalla quale l' acqua precipita una combinazione neutra del principio costituente del sangue coll' acido. Ma l' acido acetico pone il coagulo del sangue immediatamente nello stato che gli permette di essere disciolto dall'acqua calda. L' acido fosforico recentemente preparato si comporta alla maniera degli acidi solforico e nitrico, mentre l' azione di quello che si conserva da qualche tempo si ravvicina a quella dell' acido acetico.

L' acido solforico precipita le sostanze liquide sotto forma di grumo acido ed insolubile; fa assumere colore cupo alle sostanze coagulate, le rammollisce in una specie di gelatina, ne discioglie una parte, massime coll' aiuto del calore, e produce così un liquore bruno-rosso o nero; svolge ammoniaca, sicchè rimane del carbone, con del grasso e dell' acido acetico. Ma, a caldo, svolge, inoltre, gas acido carbonico, acido solforoso, idrogeno solforato ed idrogeno carbonato, non lasciando allora per residuo che un poco di carbone.

L' acido nitrico svolge azoto o gas nitroso, gas acido carbonico e gas acido idrocianico, e forma del grasso, con dell' acido ossalico, od anche dell' acido malico.

L'acido acetico, al pari di tutti gli acidi vegetabili, e l'acido fosforico conservato da gran tempo, non producono nè coagulazione nè precipitazione di materiali esistenti allo stato liquido nel sangue, e convertono quelli che sono coagulati in una gelatina solubile nell' acqua.

4.° Il *cloro* separa i materiali organici ed inorganici del sangue; precipita esso l' albumina ed il cruore, e lascia la soda, la calce, la magnesia ed il ferro disciolto, allo stato di combinazione coll'acido idroclorico.

5.° Gli *alcali* carbonati agiscono poco; ma gli alcali caustici danno al sangue certo colore più carico, e gl' impediscono di coagularsi; rendono essi i materiali liquidi ancora più liquidi e più colorati; quelli che sono coagulati diventano di un rosso più carico, bruni, neri, molli, enfiati, gelatinosi: finalmente producono certa dissoluzione bruno-giallastra o rossastra, che s' intorbida quando l'alcali attrae a sè dell'acido carbonico, e che precipita con tutti gli acidi, mentre che i precipitati prodotti dagli acidi sono rediseiolti dagli alcali. L' ammoniaca esercita pure un' azione dissolvente, e quando un principio di decomposizione fece precipitare il cruore tenuto in dissoluzione nell' acqua, essa lo redisciogliе, ed arrossa di nuovo il liquore che era divenuto privo di colore.

6.° I *sali alcalini neutri* ravvivono il color rosso del sangue, ed impediscono più o meno a questo liquido di coagularsi; quest' ultimo effetto è specialmente prodotto dall' idroclorato di ammoniaca, dal solfato di potassa, dal solfato di magnesia e dal tartrato di soda. Fanno assumere altresì un color vermiglio al crassamento.

I *sali terrosi* soffrono una decomposizione; il loro acido si combina colla soda del sangue, e la loro terra si precipita, unita all'acido fosforico di questo liquido.

7.° La massima parte dei *sali metallici*, in particolare quelli di piombo, d' argento e di mercurio, precipitano i materiali del sangue per anco liquidi, come altresì quelli che sono disciolti negli acidi o negli alcali; i loro metalli formano con questi principii alcuni composti insolubili, i quali non temono la putrefazione, mentre che il loro acido si combina colla soda del sangue.

8.° L' *alcoole* coagula i materiali liquidi del sangue, e condensa quelli che sono coagulati. Col concorso del calore, ne svolge un grasso fetido, cui in parte discioglie, e che l' acqua precipita dal liquore, o che rimane dopo la evaporazione.

L' *etere* opera nella stessa maniera.

9.° La *infusione di noce di galla* dà un color nero al sangue ed aumenta la densità del crassamento; precipita i materiali ancora liquidi ovvero disciolti negli acidi oppure negli alcali, sotto la forma di una sostanza di color bruno-giallastro, viscosa, insolubile nell' acqua e non soggetta alla putrefazione.

10.° Il *latte*, l' *orina*, la *bile*, ritardano la coagulazione. Secondo Home (1), il sangue fresco s' impossessa di una quantità di orina pari alla sua, coagulandosi. Il crassamento, annaffiato tre volte per giorno coll'orina fresca, era totalmente disciolto in capo a tre settimane od un mese, senza aver comportato putrefazione. Nella guisa stessa che negli uomini viventi nella cui vescica si sparse ed eziandio coagulossi sangue, questo liquido sciogliesi poco a poco nell' orina, con la quale esce.

(1) *Loc. cit.*, *t. V*, *p.* 112-119.

ARTICOLO II.

Costituzione del sangue.

I. MATERIALI IMMEDIATI DEL SANGUE

A. *Materiali organici.*

1. SOSTANZE ORGANICHE CHE SEPARANSI DA SE STESSE

§. 675. Il sangue separasi da sè stesso in tre parti differenti, un liquido limpido come acqua, un liquido rosso, e certa sostanza solida. Conformemente alla natura, riconosceremo adunque in esso tre principii immediati od essenziali, cioè: l'*albumina (albumen, materia albuminosa)*, la quale, coll'acqua e coi sali rappresenta il siero; il *cruore*, cui Parmentier e Deyeux chiamano *tomellina*, ma al quale molti chimici moderni diedero la denominazione di *ematina*, o di *zooematina*, *fenodina* o *ematocroite* di Hunefeld, *ematosina* di Blainville, nomi tutti equivoci, dappoichè servono altresì ad indicare certa sostanza particolare dalla quale fassi dipendere il colore del cruore; infine la *fibrina (fibrina, materia fibrosa)*, detta per l'addietro *linfa* o *linfa plastica*, e che Moscati nomò altresì *muco*. Queste tre sostanze, alle quali imporremo il nome collettivo di *materiali immediati del sangue*, sono i più importanti per noi giacchè basta a separarli un trattamento samplicissimo e non effettuante verun' altra scomposizione, sicchè possiamo con tutta certezza riguardarli quali veri principii costituenti del sangue, quali sostanze la cui produzione non è già il risultato di chimica operazione.

1.° Ottiensi la fibrina lavando il crassamento con acqua fin a che questa non sia più rossa, e che il residuo sia intieramente scolorato. Per procurarsi l'albumina, si espone il siero alla temperatura di circa cinquantacinque in sessanta gradi del termometro di Reaumur, che lo fa coagulare; evaporandolo a secchezza, al calore di ottanta gradi, ottiensi egualmente l'albumina, però mescolata con sali ed osmazomo. Finalmente per ottenere il cruore, il processo semplicissimo consiste nello spremere il grumo allorquando essendo disseccato non abbandona più siero; per dir vero, allora non è già desso affatto scevro di siero, ma la piccola quantità che ne contiene strascina così lievi inesattezze nei risultati da

non doversi determinare ad usare mezzi di estrazione complicati, giacchè torna meglio studiare una sostanza impura che operare, credendo possederla pura, sopra un corpo straniero proveniente dalla sua decomposizione. Infatti il cruore consiste nei globetti che nuotano di mezzo al siero, e che non perviensi a separare da esso con mezzi meccanici, atteso che la loro piccolezza permette che passino attraverso il filtro. Pretende bensì Engelhart che lo si precipiti allo stato di purezza assoggettando a moderato calore del sangue allungato coll' acqua ; ma sembra essere allora associato all' albumina, ed in tutti i casi, la coagulazione gli fece perdere una parte delle sue proprietà primitive.

Secondo Denis (1), conviene disseccare il grumo a moderato calore e lavarlo poscia con centoventi parti di acqua, per ottenere la fibrina ; l' acqua che serve a tale operazione deve essere portata alla temperatura di 56 gradi del termometro di Reaumur, perchè così il cruore si precipita colla minor quantità possibile di albumina. Finalmente bisogna separare il siero dal grumo con una pipetta, evaporarlo a moderato calore, disciogliere il residuo nell'acqua, coagulare la dissoluzione portandola alla temperatura della ebullizione, e far bollire a varie riprese il grumo coll'alcoole per togliergli tutti i suoi sali e tutto il suo grasso. Però siffatto trattamento coll'alcoole non sembra già essere convenevole (§. 674, 8.°).

2.° Siffatti materiali immediati del sangue hanno molte proprietà comuni, mediante cui puossi riunirli sotto l' idea generale della materia animale ; ma ciascun di essi sembra costituire una forma speciale di tale materia, e presenta in conseguenza caratteri particolari. Posto ciò dobbiamo procedere ovunque in maniera comparativa se vogliamo giungere alla profonda conoscenza della loro natura. Sventuratamente la chimica non ha per anco fin qui esaurito tale argomento, giacchè è dessa poco usa ad isolare le sostanze organiche ed adoperare il metodo a cui l' anatomia e la fisiologia devono tanti progressi. Per simil modo Berzelio ammette che l' albumina e la fibrina non costituiscano che una sola e stessa sostanza sotto il punto di vista chimica, e che se differiscono l' una dall' altra, ciò addiviene per qualche circostanza accessoria poco importante, ed ancora sconosciuta (2). Però volendo giudicarne colla scorta delle qualità fisiche, le differenze chimiche non devono già ridursi a sì poca cosa, che torni impossibile coglierle mediante attento esame.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 96.

(2) *Trattato di chimica*, *t. VII*, *p.* 74.

a. *Proprietà dei materiali organici del sangue.*

§. 676. Esaminiamo dapprima le qualità che colpiscono i nostri sensi.

1.° Troviamo prima di tutto nella materia animale, l' attitudine a coagularsi, vale dire a contrarsi in certa massa solida, la quale non può più ripassare allo stato liquido, o disciogliersi nell' acqua, senza comportare la decomposizione od il cambiamento di qualità, e distinguiamo siffatta attitudine dalla secchezza, cioè dalla più grande solidità o durezza risultante dalla perdita dell' acqua interposta, dappoichè in questo ultimo caso, il corpo può essere ricondotto allo stato di liquidità o di mollezza restituendogli acqua. Non conosciamo la fibrina che allo stato di coagulazione, giacchè dessa si coagula subito che assoggettiamo il sangue alla osservazione, mentre che l' albumina ed il cruore persistono allo stato liquido, o possono altresì essere disseccati senza che coagulansi. Laonde qualunque sangue che assunse la forma solida attaccandosi, alla temperatura ordinaria, sulla superficie di un corpo cui non può decomporre, contiene fibrina coagulata, albumina disseccata, ma solubile nell' acqua, e del cruore.

2.° È il cruore che compartisce al sangue il suo colore particolare. Coagulato dal calore, risulta bruno rosso carico. La fibrina e l'albumina coagulate sono bianche ed opache, la prima alquanto grigiastra, la seconda traente al verdiccio.

3.° Il cruore liquido consiste unicamente in corpuscoli rotondi e regolari (§. 664). Il siero non contiene già globetti simili, ma rappresenta certa dissoluzione perfettamente omogenea. Solo quando si decompone presenta grumetti rotondi, prodotti dall'albumina coagulata e precipitata sotto forma di piccole masse. Vide Bauer formarsi ed ingrossarsi sotto i suoi occhi consimili globetti, il maggior numero dei quali sono molto più piccoli di quelli del sangue, ed il cui numero cresceva tuttavia nel siero conservato da molte settimane (1). Prevost e Dumas gli hanno osservati nel siero che si coagulava sotto la influenza del galvanismo o del calore, ed accordano loro 1/580 di linea di diametro, volume il quale deve essere d'altronde molto accidentale, giacchè Trevirano (2) vide globetti di diverse grossezze nel bianco di uovo coagulato. Siffatti globetti di albumina, prodotti dalla coagulazione, non hanno veruna analogia coi globetti del

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. V, p.* 380.
(2) *Vermischte Schriften, t. I, p.* 120.

sangue che trovansi nel cruore fresco, alla coagulazione del quale essi spariscono o si riuniscono in grumi.

Allorquando l'albumina si coagula più rapidamente ed in più grandi masse, non si riconosce in queste nè se siano composte di globetti, nè se affettino la minima forma regolare. La fibrina del grumo mostra fibre distintissime, di cui si disse spesso che risultavano di globetti posti gli uni dietro gli altri; ma siffatta opinione, già combattuta da Senac (1), tra gli altri, fu in quésti ultimi tempi confutata da Blainville (2). Una sola volta vidi alcune serie di globetti privi di colore rappresentanti linee rette od arcuate; ciò per altro avvenne in cruore da me ottenuto, spremendo il grumo che era rimasto da cinque giorni all'aria ed in parte al sole, per cui non potevasi più pensare alla coagulazione di fibrina, ed in capo ad alcuni minuti tutti i globetti erano scomparsi, sicchè fui costretto considerarli come bolle di aria. In generale, la fibrina non si coagula già sotto la forma di fibre; alla superficie del grumo, essa forma certa espansione membranosa, nella quale non si distingue veruna traccia di tessitura fibrosa, e l'acqua in cui versossi sangue fresco lascia deporre certa massa molle ed amorfa, la quale non presenta maggiori fibre che globetti.

4.° Il cruore costituisce la parte maggiormente pesante e materiale del sangue; si raccoglie specialmente negli strati inferiori del grumo, e perde meno del suo volume e del proprio peso mediante la disseccazione. Nello stato liquido la sua gravità specifica è di 1200 secondo Thackrah(3), mentre quella della fibrina umida è di 1046 giusta Davy, e l'altra dell'albumina coagulata di 1305 (4).

5.° La fibrina che ottiensi dal grumo è coerente, all' incirca come la carne poco cotta; si allunga in filamenti, si rompe con certo stento, ritorna sopra sè stessa quando la si compresse, e si lascia ruotolare in pallette tra le dita. L'albumina coagulata costituisce una magma scorrevole, cui non puossi nè ruotolare nè schiacciare fra le dita, e che sfugge allorquando vuolsi stringerla. Il cruore coagulato si mostra fragile, polverizzabile e terroso.

6.° Colla disseccazione, la fibrina diviene brunastra, dura, friabile. L'albumina coagulata soffre gli stessi cambiamenti, ma acquista color più carico, assumendo sugli orli alquanta pellucidezza. Il cruore, all'opposto,

(1) *Trattato della struttura del cuore, t. II, p.* 279.
(2) *Corso di fisiologia generale, t. I, p.* 234.
(3) *Inquiry into the natur of blood, p.* 22.
(4) *Meckel, Dentsches Archiv, t. II, p.* 386.

non si rinserra sopra sè stesso, come queste due sostanze, ma rimane a frammenti, e la sua superficie diviene nera, in certa guisa carbonata.

7.° L'albumina recentemente coagulata ed umida ha l'odore della traspirazione animale ; il sangue del bue, ad esempio, esala quello delle stalle. La fibrina è poco odorosa. Il cruore non tramanda verun odore.

Queste tre sostanze sono insipide.

8.° L'albumina passa per prima alla putrefazione, poi la fibrina, e per ultimo il cruore, anche quando è desso disciolto nell' acqua, o mescolato colle altre due sostanze già putrefatte. Durante la putrefazione, l'albumina ed il cruore svolgono, fra le altre cose, del gas idrogeno solforato ; la fibrina sembra non darne, ed allorquando le circostanze sono favorevoli, essa convertesi in adipocera.

b. *Azione dei corpi esterni sui materiali organici del sangue.*

* AZIONE DEGLI IMPONDERABILI.

§. 677. 1.° L'albumina del siero si coagula mediante l'azione del *galvanismo.* Quando la pila è debole, la coagulazione non si effettua già che al polo positivo. Ma se la pila risulta forte, avviene ad un tempo in ambidue i poli ; della soda si riunisce attorno del conduttore negativo, mentre che il grumo posto al polo positivo contiene acido idroclorico. La coagulazione che si effettua al polo positivo sembra dipendere dallo sviluppo dell'acido. Brande attribuisce quella del polo negativo alla separazione dell'alcali che determinava la liquefazione (1). Ma Prevost e Dumas credono che la proporzione della soda aumenti nell'albumina e che questa si trovi così convertita in una gelatina analoga al muco (2) ; secondo G. Gmelin e Berzelio, il galvanismo non produce la coagulazione che mediante il calore cui sviluppa, e separa l'albumina allo stato di combinazione con degli ossidi del metallo che serve di conduttore (3).

2.° Un *calore* moderato non fa che espellere l'acqua o disseccare. Mediante siffatta evaporazione del liquido, in cui essi erano primitivamente disciolti, l'albumina ed il cruore diventano corpi solidi, i quali redisciolgonsi compiutamente nell'acqua. L'albumina che rimane dopo

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. II, p.* 300.

(2) *Biblioteca universale di Ginevra, t. XVII, p.* 300.

(3) *Jahresbericht ueber die Forschritte der physikalischen Wissenschaften, t. IV, p.* 222.

la evaporazione del siero rappresenta una polvere grigia, cui puossi esporre alla temperatura di 80 gradi senza che essa perda la sua solubilità. Il cruore disseccato è una massa densa, bruno-nerastra. La fibrina perde un quarto circa del proprio peso mediante la disseccazione, si rinserra come pergamena, diventa giallastra, dura e friabile, ma riprende nell'acqua la mollezza, la flessibilità e la elasticità che prima possedeva.

3. Un calore maggiore coagula l'albumina liquida ed il cruore, ma li rende altresì insolubili nell'acqua che la fibrina lo è primitivamente. Dicesi che la coagulabilità del cruore sorpassa quella dell'albumina, e che dopo averlo allungato coll' acqua, basta esporlo a cinquantadue gradi del termometro di Reaumur, perchè si rappigli in fiocchi bruni, mentre il siero non si coagula ancora nemmeno ai sessanta gradi (1). Però questa differenza sembra posare soltanto sopra il contenersi dal cruore maggiori parti solide del siero, o rappresentare una dissoluzione più satura di sostanza coagulabile, la qual cosa fa sì che allungando con acqua l'uno e l'altro liquore, non se ne può separare il cruore mediante un calore di cinquantadue gradi. Disciogliendo dell'albumina coagulata nell'acqua, e facendo coagulare il liquore colla ebollizione, l'acqua sopranuotante ha sapor salato, e lascia dell'osmazomo, con certi sali, allorquando lo si evapori sino a siccità. Trattando nella stessa guisa il cruore il liquido che rimane presenta poco o nulla cotale fenomeno

4.° Durante la decomposizione ad un calore più elevato, i cui effetti molto rassomigliansi a quelli della putrefazione (§. 671), le tre sostanze danno, a quanto sembra, gli stessi prodotti, ma in proporzioni differenti. Dal cruore ottiensi la minor quantità di gas, come è la fibrina che somministra la maggior copia di ammoniaca, congiuntamente alla quale essa presta grande quantità di acido idrocianico e di olio empireumatico. Dall'albumina svolgesi principalmente gas idrogeno solforato.

La fibrina arde con fiamma rilucente e spargendo odore di corno più sensibile delle altre due sostanze; nel cruore ambidue questi fenomeni riescono meno sensibili. Il carbone della fibrina non diviene già cotanto spugnoso come quelli dell' albumina e del cruore. È specialmente la cenere che differisce, mentre quella del cruore risulta rossastra, e bianca l'altra della fibrina e dell' albumina; l'acido idroclorico somministra una dissoluzione gialla colla prima, e senza colore colle due altre. I reattivi indicano carbonati e fosfati di calce e di ferro nella cenere del cruore,

(1) *Engelhart, Commentatio de vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura, p. 41.*

dell' idroclorato, del fosfato e del carbonato di soda, e del fosfato calcareo in quella dell'albumina; del fosfato di calce, con poco o nulla di soda in quella della fibrina.

** AZIONE DEI CORPI PONDERABILI.

§. 678. 1.° Il siero assorbe facilmente l' *aria* e diventa spumoso quando lo si agiti. Il cruore assume il color vermiglio all'aria. Accade talvolta alla fibrina di acquistar il colore rosso, prima di abbrunirsi, ma questo effetto non succede che quando essa contiene cruore. La fibrina perfettamente pura, quale precipitossi dal sangue allungato con gran quantità di acqua, non arrossa già all'aria, sebbene Gruithuisen e Berthold affermino il contrario. L'azione chimica dei gas opera sopra il colore del cruore e sulla coesione della fibrina; questa diventa più soda nell'ossigeno, e si rammollisce nell' idrogeno; il cruore assume color vermiglio nel primo di questi gas e più carico nel secondo. D'altronde la grande affinità della fibrina per l'ossigeno si annuncia pure mediante l'azione decomponente che esercita sul deutossido d' idrogeno, e che non osservasi allorquando operasi coll'albumina.

2.° Il siero, come dissoluzione acquosa di albumina, si mescola all'*acqua* in ogni proporzione, senza patire il minimo cambiamento; un mescuglio con due in tre parti di acqua è eziandio ancora molto viscoso. Il cruore si discioglie nell'acqua in ogni proporzione, con maggior prontezza e facilità che in qualunque altro liquido. Somministra certa dissoluzione rosso-chiara, nella quale il microscopio non fa discoprire veruna traccia di globetti del sangue o di grumo qualunque.

Con quattro parti di acqua, l'albumina secca somministra certa dissoluzione chiara ed alquanto giallastra. Il cruore disseccato ne dà una vermiglia e talvolta rosso-bruna.

3.° Le due sostanze coagulansi quando si fa scaldare le loro dissoluzioni; il cruore somministra così fiocchi bruni a cui soprannuota certo liquido privo di colore. Però, anche all'aria libera, perdono una parte della loro solubilità, probabilmente perchè assorbono ossigeno atmosferico, e questo fenomeno accade tanto bene quando sono solide come qualora risultano liquide. La dissoluzione acquosa del cruore somministra in capo a qualche tempo un sedimento rosso, dopo la formazione del quale il liquore diviene limpido come acqua. Togliendo mediante il lavacro le macchie di sangue sparse sopra una stoffa, trovasi che il cruore si depone prontamente al fondo dell'acqua, e che non la colorisce in rosso bruno

che mediante l'agitazione ; perdette esso adunque la propria solubilità. Il siero che rimane per alcun tempo esposto all'aria, o la dissoluzione di albumina nell'acqua aereata, precipita una piccola quantità di albumina, in masse, le quali intorbidano laggermente il liquore e sono visibili al microscopio. Formansi pure alcuni fiocchi nella dissoluzione acquosa dell'albumina disseccata, quando essa rimase alla lunga in contatto coll'aria. Dicono molti chimici che, in tutte siffatte circostanze, il cruore passa più agevolmente dell'albumina allo stato di coagulazione ; però siffatta asserzione non sembra essere per anco ben provata.

4.° La fibrina è insolubile nell'acqua ; si contrae nell'acqua calda, ma si rammollisce mediante la prolungata bollitura ; sembra allora abbandonare all'acqua una piccola parte di sua sostanza, ma che cangiò probabilmente natura per effetto di certa decomposizione (§. 673, 2.°). L'albumina ed il cruore, nello stato di coagulazione, rassomigliansi alla fibrina. Dice bensì Chevreul che la prima si discioglie in settemille parti di acqua, ma puossi domandarsi se non forse tale effetto dipenda egualmente da certa decomposizione parziale. D'altronde, l'albumina sembra essere quella delle tre sostanze che aderisce all'acqua, con maggior forza ; è dessa che si dissecca più tardi all'aria ; la fibrina, all'opposto, è quella la cui disseccazione si effettua più rapidamente. Triturando l'una e l'altra con acqua, l'albumina somministra una emulsione più durevole che quella della fibrina ; medesimamente pure quando si scalda il siero con parti eguali d'acqua, l'albumina involge quest'ultima nel suo grumo.

§. 679. 1.° La fibrina sembra essere disciolta più facilmente ed in maggior abbondanza dagli *acidi*. Non è il cruore per solito disciolto che in piccolissima quantità, rimanendo la maggior parte allo stato di una specie di ossido insolubile, sebbene, d'altro lato, la combinazione saliforme e solubile sembra non passare alla forma opposta tanto facilmente quanto quelle di fibrina e di albumina. L'acido nitrico tinge l'albumina e la fibrina in giallo, il cruore in verde traente al bruno od al rosso. L'acido idroclorico somministra una dissoluzione azzurra con le due prime, e bruno-rossa coll'altro. La fibrina è quella delle tre sostanze che l'acido acetico attacca maggiormente, e l'albumina quella sulla quale meno agisce.

2.° Ma la fibrina possede minor affinità pegli *alcali* e non vi si discioglie già tanto facilmente. Siffatti reattivi attaccano, all'opposto, fortemente l'albumina, che svolge allora, massime se la dissoluzione si effettua col concorso del calore, non solo dell'ammoniaca, ma eziandio gas idrogeno solforato. La calce sembra egualmente contrarre una

combinazione solida coll' albumina, giacchè la dissoluzione di quest' ultima viene intorbidata dall' acqua di calce.

3.° I *sali neutri* non alterano nè il siero ned il cruore liquido; quest' ultimo non riceve da essi che un color rosso più vivo, mentre i suoi globetti non soffrono verun cambiamento nella loro dissoluzione acquosa; quindi tal mezzo è quello al quale si può ricorrere per osservare i globetti più alla lunga sotto la loro forma primitiva. I sali neutri rammolliscono la fibrina, la rendono gelatinosa, ed in parte la disciolgono, in ispecialità l' idroclorato di ammoniaca. L'albumina coagulata ed il cruore sono meno attaccati da questi reattivi.

4.° Fra gli *ossidi metallici* esercitano un' azione sensibile quelli soltanto ai quali l' ossigeno poco si attiene. L' ossido rosso di mercurio somministra un color rosso più vivo al cruore, precipita l'albumina, e fa coagulare la fibrina sotto forma più solida. L' albumina sembra essere quella che possede maggior affinità pei metalli; nella pila di Volta, si combina cogli acidi dei metalli serventi di conduttori, e produce ad esempio un albuminato di rame verde, od un albuminato di ferro di color ocraceo. Il siero s' impossessa pure di un poco di rame, quando lo si fa bollire in un vaso di questo metallo.

5.° La dissoluzione dell' albumina si comporta come alcali colle materie coloranti vegetabili, quella del cuore non opera sopra di esse che poco o nulla.

c. *Caratteri chimici dei materiali organici del sangue.*

§. 680. I. La decomposizione somministrò i seguenti resultati.

1.° Trattando la cenere dei principii immediati del sangue, o, secondo Engelhart (1), la dissoluzione di queste sostanze, dalla quale tutta la materia organica fu precipitata mediante il cloro, ottiensi: albumina, soda, calce, solfo, acido carbonico, acido idroclorico ed acido fosforico; dal cruore, ferro, calce, acido fosforico, e poca soda e solfo; dalla fibrina, calce ed acido fosforico.

2.° Il solo Michaelis diede una riduzione comparativa dei materiali immediati del sangue in gas semplici (2). Giusta la media del sangue arterioso e del sangue venoso, ne risulta la seguente proporzione (*):

(1) *Loc. cit.*, *p.* 50.

(2) *Schweigger*, *Journal fuor Chemie*, 1828, *t. III*, *p.* 94.

(*) *Confronta in tal proposito, le viste di Raspail, Nuov. Sistem. di chimica organica*, *p.* 197 204, e 375.

	Carbonio.	Azoto.	Idrogeno.	Ossigeno.
Albumina	52,831	15,533	7,176	24,460
Cruore	52,307	17,322	8,032	22,339
Fibrina	50,907	17,427	7,741	23,925

L' albumina contiene:

	Carbonio.	Azoto.	Idrogeno.	Ossigeno.
Secondo Gay-Lussac	52,883	15,705	7,540	23,872
Secondo Prout	49,750	15,550	7,775	26,925

La fibrina contiene:

	Carbonio.	Azoto.	Idrogeno.	Ossigeno.
Secondo Gay-Lussac	53,360	19,934	7,021	19,685
Secondo Thomson	52,940	20,590	6,860	19,610

II. Ingegniamoci ora di determinare, giusta quanto precede, quale è il carattere particolare dei tre materiali immediati del sangue.

3.° L' *albumina* sembra essere di queste tre sostanze la meno specializzata, giacchè dessa contiene in maggior copia quelli degli elementi di cui il sangue, in generale, è più ricco di qualunque altro liquido animale. Il predominio relativo del carbonio e dell' ossigeno la ravvicina alla composizione vegetabile. Siccome contiene più ossigeno, si comporta elettricamente in maniera negativa, riguardo alla fibrina, dappoichè viene più attaccata dagli alcali e meno dagli acidi, e non iscompone il deutossido d' idrogeno. È altresì dessa specialmente che contiene i sali neutri, e che possede maggior affinità coll'acqua, di cui, allo stato di coagulazione, contiene vieppiù degli altri materiali del sangue; si mostra dessa a noi sotto forma puramente liquida, e si coagula men facilmente; dopo la coagulazione, è per anco molle e scorrevole; si combina volontieri ai metalli, fenomeno al quale può contribuire lo zolfo che contiene; finalmente è molto decomponibile, come lo provano e la viva azione sopra di essa esercitata dalla pila voltaica, e la maggior prontezza con cui passa alla putrefazione.

4.° La *fibrina*, stante la minor copia di ossigeno che contiene, si comporta elettricamente in modo positivo, giacchè dessa viene attaccata più fortemente degli altri due materiali del sangue, dagli acidi e dai sali neutri, più leggermente dagli alcali; sottrae a sè l' ossigeno del deutossido

d' idrogeno, ed arde con fiamma più rilucente di quella delle altre due sostanze. È dessa eziandio che contiene maggior azoto, e che, per ciò stesso, presenta per eccellenza il carattere della composizione animale. È combinata colla calce, e si distingue per la sua tendenza a più forte coesione ; si coagula subito dopo la sua uscita dal cerchio della vita, e rappresenta allora una sostanza solida e densa, che assume forma determinata. Non puossi sostenere che sia soltanto l' albumina coagulata e più ossidata (1).

5.° Il *cruore* è il più particolare di tutti i materiali costituenti del sangue, giacchè gli appartengono in modo esclusivo il colore rosso, la forma primordiale di corpuscoli separati gli uni dagli altri, e l'ammissione di un metallo nella sua intima composizione, ed è precisamente per queste proprietà che il sangue si distingue più dagli altri umori. Il cruore riesce più pesante, arde più debolmente, ed ardendo somministra men gas, ma altresì più idrogeno, sicchè contiene maggior copia di questa ultima sostanza, di cui havvene meno nel sangue di preferenza che in qualunque altro liquido. L' analisi non confermò che esso sia molto ricco in carbonio, e paragonabile, sotto tale aspetto, al pigmento dell'occhio od a certi principii coloranti dei vegetali, verbigrazia, l'indaco (2) ; ma dimostrò che la natura basica predomina in esso ; giacchè fece vedere essere desso di tutti i materiali costituenti il sangue, quello che contiene men ossigeno.

6.° Il cruore e la fibrina sembrano essere sviluppi più elevati dell'albumina ; e quindi non sono per anco compiutamente formati negli animali senza vertebre, il cui sangue contiene più albumina, e non racchiude nè veri globetti sanguigni (§. 664, 1.°), nè fibrina perfetta (§. 670, 1.°). La quantità men considerabile dei globetti sanguigni nel sangue dei pesci e dei rettili, e la maggior lentezza colla quale esso si coagula, annunciano egualmente che il cruore e la fibrina sono meno sviluppati qui che negli animali vertebrati superiori.

d. *Rapporti tra i materiali organici del sangue.*

§. 681. Passiamo ora all' esame dei rapporti esistenti tra i diversi materiali costituenti del sangue.

I. Siffatti materiali non hanno affinità chimica gli uni per gli altri ; non solo la fibrina, ma eziandio il cruore riescono insolubili nel siero : i

(1) *Treviranо, Biologie, t. IV, p.* 364, 559, 573.
(2) *Hunefeld, Physiologische Chemie, t. II, p.* 66, 79.

globetti del sangue nuotano in questo liquido, senza mutar forma; l'albumina ed il sale neutro del siero distruggono la loro solubilità nell'acqua. Ma poco a poco essi si decompongono e si disciolgono nel siero, cui tingono allora in rosso. Secondo Denis (1) il calore pure opera siffatta dissoluzione, la quale somministra un liquido untuoso, avente il colore del caffè e latte, e di cui non puossi già precipitare il cruore solo continuando a scaldarla. Il cruore ha grande affinità di adesione per la fibrina, sicchè evvi bisogno di molta copia di acqua per distruggere compiutamente la combinazione di queste due sostanze nei globetti del sangue.

II. Sotto l'aspetto della quantità, il primo posto appartiene al cruore; evvi men albumina, ed ancor meno fibrina. Le valutazioni che si diedero delle proporzioni rispettive di queste tre sostanze si allontanano molto le une dalle altre, imperocchè adducono grandi differenze non solo la individualità del soggetto di cui si esamina il sangue, ma inoltre il metodo che si segue, ed anche la maniera più o men compiuta con cui si eseguisce la evaporazione. Riporteremo, a titolo di esempii, le indicazioni seguenti calcolate collo scorta di mille parti di sangue umano.

	Albumina.	Cruore.	Fibrina.
Read Clanny	134	160	28
G. Davy	38	221	23
Denis	78	150	12
Lo stesso	60	181	2
Berthold	81	180	1
Lo stesso	75	150	5.

Read Clanny (2) operò sopra le sostanze non decomposte ed umide: Davy (3) e Denis, nella loro prima valutazione (4), le presero egualmente non decomposte, ma secche; Berthold (5) sembra avere decomposto in parte il grumo, dappoichè questo ultimo conteneva una porzione della quantità di albumina cui indica; nella sua seconda valulazione, Denis (6) prese i materiali del sangue decomposti, vale dire dopo averne estratto il grasso, l'osmazomo, la cruorina, il ferro, la soda, la calce ed i sali neutri.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 93.
(2) *Archivi generali di med.*, *t. XVIII*, *p.* 290.
(3) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I. p.* 138.
(4) *Giornale di Magendie, t. IX, p.* 218.
(5) *Beitraege zur Anatomie, p.* 259.
(6) *Ricerche sperimentali sul sangue, p.* 297.

1.° La proporzione dell' albumina non decomposta (parte coagulabile del siero) al crassamento, od al cruore ed alla fibrina presi insieme, è, nell' uomo, di 1 : 6,421 secondo Davy, e di 1 : 2,076 secondo Denis. Giusta gli insegnamenti di Prevost e Dumas (1) la proporzione è

nel Piccione, di	1 : 3,319	nel porco d' India	1 : 1,467
Corvo	1 : 2,599	Gatto	1 : 1,428
Gallina	1 : 2,493	Coniglio	1 : 1,373
Airone	1 : 2,239	Capra	1 : 1,223
Cane	1 : 1,889	Vitello	1 : 1,101
Tartaruga	1 : 1,868	Cavallo	1 : 1,025
Anitra	1 : 1,772	Troja	1 : 0,880
Uomo	1 : 1,492	Gado bottatrice	1 : 0,732
Rana	1 : 1,487	Anguilla	1 : 1,638.

Giusta questi dati, l' albumina supererebbe il cruore e la fibrina nei pesci; siffatte due ultime sostanze avrebbero, all' opposto, il predominio nei mammiferi, e raggiungerebbero il massimo negli uccelli, a cui finalmente si avvicinerebbero molti rettili. Secondo Berthold, la proporzione di tutta l' albumina del sangue al cruore ed alla fibrina presi insieme, è,

nel piccione, di	1 : 3,148	nel Gatto	1 : 2,468
Cane	1 : 3,126	Uomo	1 : 2,232
Gallina	1 : 2,643	Carpio	1 : 2,010
Porco	1 : 1,947	Agnello	1 : 1,356
Bue	1 : 1,915	Rana	1 : 1,227
Vitello	1 : 1,474	Capra	1 : 1,159.

2.° Nell' uomo, la proporzione fra la fibrina ed il cruore è, termine medio, di 1 : 44. La trovò Lecanù, in un caso, di 1 : 33, ed in altro di 1 : 63; Berthold, in un caso, di 1 : 27, ed in altro, di 1 : 95. Pensa Denis che essa sia ordinariamente di 1 : 72. Secondo Berthold, essa risulta

nel Porco, di	1 : 41	nel bue	2 : 17
Gatto	1 : 36	Piccione, Rana, Carpio	1 : 7
Cane	1 : 28		
Capra	1 : 20		
Vitello, Montone	1 : 19	Gallina	1 : 6.

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. VIII, p.* 314.

Attenendoci a tutto questo, nell'uomo il cruore supererebbe la fibrina; poi verrebbero i mammiferi carnivori, i mammiferi erbivori, finalmente gli uccelli, i rettili ed i pesci.

2. Sostanze organiche estratte dal sangue mediante l'arte.

§. 682. Oltre i materiali immediati nei quali il sangue dei mammiferi si divide sempre da sè stesso, si estrasse eziandio da siffatto liquido altra sorta di sostanze animali, la cui esistenza reale e generale nel sangue è più o meno problematica. Infatti, alcune di esse non vennero ritrovate che dopo l'azione di potenze chimiche dotate di grande energia, sicchè non è inverosimile che traggano la propria origine da una porzione di sangue, di cui conoscesi la grande tendenza a decomporsi, e che in conseguenza non fossero che metamorfosi e nuove combinazioni di albumina, di cruore e di fibrina. Se rinvengonsi talvolta nel sangue certe sostanze le quali appartengono in ispecialità a certi liquidi secretori, ciò non forma prova che la loro presenza vi sia normale, dappoichè lo stesso sangue vivente è del continuo in iscambiamento di materiali col resto della organizzazione. Può accadere che dopo soppressa certa secrezione, si sviluppi nel sangue una sostanza analoga al suo prodotto senza che siasi perciò autorizzati a credere che essa vi preesista generalmente. D'altra parte ed ancora più di frequente, possono giungere nel sangue per via del riassorbimento alcuni prodotti di secrezioni, giacchè non di rado, come dice Velpeau (1), fra gli altri, che in caso di suppurazione di una parte qualunque, il sangue contenga pus, cui non puossi considerare come uno dei suoi materiali essenziali più di quello che il piombo, il mercurio e simili, che vi si scorgono egualmente dopo l'applicazione di questi metalli alla superficie della pelle o delle membrane mucose.

I principii immediati e più essenziali del sangue (albumina, fibrina e cruore) ne sono precipitati dall'alcoole, sotto forma di fiocchi, dopo di che puossi estrarre del liquido limpido e spiritoso in cui soprannuotano sostanze organiche particolari e sali neutri. Il metodo più semplice in questo caso è quello indicato da Lecanu: si evapora il liquore alcoolico fin a secchezza, e si tratta il residuo coll'etere.

I. Una porzione di questo residuo si discioglie nell'etere, dopo la cui evaporazione trattasi il rimanente coll'alcoole a freddo.

(1) *Archivii generali, t. VII, p.* 306.

1.° L' alcoole ne discioglie una parte, cui in seguito si estrae, e che costituisce una materia oleaginosa.

2.° La porzione non disciolta rappresenta un grasso cristallizzabile.

II. Il residuo insolubile nell'etere viene trattato coll'alcoole a freddo.

1.° Una parte si discioglie, e dà coll' evaporazione una materia estrattiva.

2.° Ciò che non fu disciolto dall' alcoole a freddo vien posto a contatto coll' alcoole bollente ; ottiensi così :

a. Una dissoluzione d' idroclorati, con poca materia estrattiva.

b. Un residuo insolubile, il quale, trattato coll' acqua fredda,

a. si discioglie in parte, abbandonando all' acqua una combinazione di albumina con della soda e dei sali ;

b. Lascia un residuo costituito dal miscuglio di albumina e di cruore (1).

Riguardo a queste diverse sostanze :

1.° La materia estrattiva, altre volte detta *sierosità*, fu riputata fin qui come identica colla sostanza che Thenard chiama *osmazomo* (estratto di carne, di Thouvenel ; estrattivo animale di Marcet). Si ottiene l'osmazomo facendo agire il calore o l'alcoole sopra l'uno o l'altro dei tre materiali del sangue, come altresì sopra una parte qualunque solida o liquida del corpo animale. Quando il siero od il cruore viene coagulato dal calore, l'osmazomo rimane allo stato liquido, tanto attorno del coagulo come nei suoi interstizii. Si può ritrarnelo mediante la spremitura o la digestione nell'acqua ; dopo la evaporazione ed il freddamento, esso si presenta sotto l'aspetto di gelatina. Facendo cuocere insieme fibrina ed acqua in una macchina di Papin, una parte della prima si converte in osmazomo e si discioglie nel liquido, il quale, assoggettato quindi alla evaporazione, lascia un residuo bianco, secco e friabile ; la fibrina restante perdette la sua solubilità nell'acido acetico, locchè annuncia che essa comportò una decomposizione. Ottiensi pure osmazomo facendo digerire l' albumina secca o coagulata, il cruore o la fibrina. Evaporando l'acqua o l'alcoole, l'osmazomo comparisce sotto forma di sostanza estrattiforme gialla o bruno-rossastra. Non è già suscettibile di cristallizzare ; il suo odore e sapore sono quelli del brodo di carne ; allo stato secco esso attrae la umidità dall'aria ; esposto al calore si fonde, si carbonizza, spargendo vapori acri di carbonato di ammoniaca e di olio empireumatico, e lascia una cenere, la quale contiene carbonato di soda. Si discioglie nell'acqua

(1) *Bollettino delle Sc. med. t. XXVI, p.* 138.

tanto a caldo che a freddo, e nell' alcoole. Il concino lo precipita dalla sua dissoluzione, sotto forma di fiocchi, i quali, a caldo, non attengonsi già gli uni agli altri, come quelli che produconsi nella gelatina. L'acido solforico, l'acido idroclorico, il nitrato di argento, quello di mercurio e l'acetato di piombo lo precipitano egualmente.

La sua consistenza gelatinosa e la sua proprietà di precipitare col concino, l'avevano fatto riguardare come gelatina da Hewson, Fourcroy, Vauquelin, Parmentier e Deyeux. Ma la sua solubilità nell'alcoole e la natura del precipitato che dà col concino non permettono di ammettere codesto riavvicinamento. L'assimila Bostock al muco, perchè l'acetato di piombo lo precipita; ma siffatta proprietà appartiene altresì all'albumina, ed il muco non viene precipitato dal nitrato di mercurio. Brande (1) sostiene che la sierosità è albumina con eccesso di soda, pel motivo che la dissoluzione alcalina di albumina non si coagula già compiutamente mediante il calore, e che il galvanismo, separandone la soda, impedisce totalmente la formazione della sierosità; ma la rassomiglianza della sierosità coll'osmazomo protesta contro siffatta maniera di vedere. Secondo Berzelio, è un miscuglio di materia solubile nell'alcoole e nell'acqua, con lattato di soda, cloruro di potassio e cloruro di sodio, mescuglio nel quale l'acido lattico si fa riconoscere per l'acredine del suo sapore, la sua proprietà di precipitare mediante il concino, il suo coloramento in bruno giallo, e l'attrazione esercitata sopra la umidità atmosferica. Molti chimici però negano la esistenza dell'acido lattico, in cui non iscorgono che acido acetico, e, ammettendo una materia particolare solubile nell'alcoole, Berzelio non fece che indicare una lacuna della scienza. Sostiene Trevirano (2), che l'osmazomo consiste in albumina con acido lattico, per la ragione che gli acidi fanno passare l'albumina allo stato gelatinoso; ma siffatta opinione deve essere ristretta nel senso che puossi altresì ottenere osmazomo con la fibrina pura e col cruore. È adunque permesso congetturare che, sotto la influenza del calore o dell'alcoole, una parte della materia animale attrae a sè i cloruri ed i lattati, col favore dei quali essa acquista la proprietà di disciogliersi nell'acqua e nell'alcoole. Pretende, d'altronde, Lecanu che la materia estrattiva del sangue differisca dall'osmazomo, particolarmente nell'essere dessa precipitabile dagli acidi.

2.° L'*acido lattico* si ottiene dalla dissoluzione di osmazomo di cui si precipitò la materia animale mediante il concino. È giallo-bruno, desta

(1) *Mekel, Deutsches Archiv, t. II, p.* 284.

(2) *Biologie, t. IV, p.* 552.

nella bocca un sapor acido, sparge a caldo certo odore pungente, non cristallizza, si inumidisce all'aria, si discioglie nell'acqua e nell'alcoole, non si volatilizza, e somministra sali particolari, tanto colle terre e cogli alcali, che cogli ossidi metallici. Lo si trova nel sangue soltanto in piccola quantità; giacchè secondo Berzelio, non forma, colla materia animale che rappresenta l'osmazomo mediante, il suo miscuglio con esso che 1/250 del siero. Ammette Berzelio, a dir vero, soltanto per essere conseguente colle sue idee sulla natura escrementizia degli acidi animali, che esso non si formi già nel sangue, ma vi si introduca mediante il riassorbimento, per essere poscia evacuato. Nulladimeno puossi chiedere eziandio se non si produca nel sangue mediante certa decomposizione, come ha origine nel latte ed in molte altre sostanze vegetabili per effetto della fermentazione acida.

3.° Ordinariamente non si scopre nel sangue *grasso* libero. Deyeux e Parmentier non ve ne rinvennero mai. Qualunque siasi la quantità di acqua con cui allungansi il siero ed il cruore, rimangono questi sempre chiari, ed ove si pretenda che un poco di grasso s' impregni nella carta attraverso cui filtrasi sangue fresco (1), rimane sempre vero che tale fenomeno non avviene nei casi ordinarii, e che la macchia osservantesi allora sulla carta non è grasso. Si rinvenne talvolta il sangue od il suo siero, biancastro e di apparenza lattea, ma non è sempre grasso quello che gli comunica allora siffatte qualità, come risulta evidentemente dalle ricerche di Hunter, e dipendono talvolta dal miscuglio di chilo, giacchè Prout, fra gli altri, le osservò specialmente nel sangue tratto alcune ore dopo il pranzo (2); oppure si devono a latte assorbito, cosa di cui Anderson vide un caso in certo uomo, il quale, tre ore dopo aver bevuto molto latte, fu salassato per dolori che comportava nella regione epigastrica, e nel cui sague l' analisi chimica dimostrò la presenza del latte (3). Ma vi sono casi nei quali l'apparenza lattea del sangue proviene realmente dalla presenza del grasso. Thackrah (4) se ne convinse sopra animali carichi di nutrizione come altresì in giovani animali (poppanti ?), alla superficie del cui sangue formavasi talvolta una pellicella cremosa. Dice Adams aver trovato, sopra il sangue della vena cava e dei seni cerebrali d'uomo pingue, e morto di repente per avvelenamento, tanta copia di

(1) *Weber, Anatomie des Menschen, t. I, p.* 99.
(2) *Mekel, Deutsches Archiv, t. V, p.* 245.
(3) *Archivii generali, t. XXIII, p.* 416.
(4) *Loc. cit., p.* 31.

grasso da potersi toglierlo col cucchiaio (1). Hewson non riscontrò grasso nel sangue che in coloro che avevano cattiva digestione e pativano frequenti vomiti (2). Thackrah (3) ne riscontrò in un epilettico, molestato inoltre da pletora e da infiammazione di basso-ventre; Stoker (4) in un diabetico; Marcet (5) nel diabete e nella epatitide; Sevart Trail (6) nella infiammazione e nel delirio tremente; Christison (7) nel reumatismo acuto e nella infiammazione. Secondo quest'ultimo, il siero aveva una gravità specifica minore del consueto; il grasso vi ascendeva da 0,03 ad 0,05, aveva forte odore di olio, serbava lo stato solido a venticinque gradi della scala reumuriana, non diveniva affatto liquido che ai ventotto, ed ai tre gradi sopra lo zero, si separava in elaina ed in oleina, allorquando lo si stendeva su carta grigia. Sevart Trail estrasse 0,025 in 0,045 di grasso, di un siero latticinoso, facendolo evaporare. Giusta i quali fatti tutti il grasso esiste di raro nello stato di libertà nel sangue, nè puossi dubitare che esso non vi sia giunto coll'assorbimento, in individui il maggior numero dei quali erano malati.

Trovò Home (8) del grasso nel sangue delle razze e dei salomoni, ed ammetteva che esistesse egualmente in quello dell'uomo, però allo stato di combinazione. Tale opinione è generalmente adottata, per ciò che in fatti ottiensi grasso agitando del sangue coll'etere, oppure sia che lo si faccia digerire, sia che lo si faccia bollire nell'alcoole, e che dopo aver filtrato il liquore, lo si evapori a secchezza o lo si precipiti coll'acqua. Ma, quantunque Chevreul pretenda che queste manipolazioni non facciano perdere nulla delle loro qualità primitive ai materiali immediati del sangue, emergono tuttavia dubbii contro la opinione che suppone l'esistenza del grasso già formato nel sangue. Una sostanza grassa od oleosa producesi in diverse decomposizioni di materie vegetabili, come allorquando trattasi il glutine cogli acidi, od anche soltanto quando si fanno agire i vapori acquosi sopra carbone di legno candente. Altra se ne forma eziandio durante la decomposizione compiuta del sangue mediante la putrefazione, non che per l'azione dell'acido solforico o dell'acido nitrico. Perchè

(1) *Bollettino delle Sc. med.*, *t. XI*, *p.* 248.
(2) *Experimental Inquiries*, *t. I*, *p.* 141-150.
(3) *Loc. cit. p.* 120.
(4) *Scudamore*, *Versuch ueber das Blut*, *p.* 146.
(5) *Hunefeld*, *loc. cit.*, *t. II*, *p.* 225.
(6) *Archivii generali*, *t. II*, *p.* 291.
(7) *Froriep*, *Notizen*, *t. XXVII*, *p.* 284.
(8) *Lectures*, *t. III*, *p.* 27.

l'etere e l'alcoole non produrrebbero lo stesso fenomeno? L'etere abbisogna, per caricarsi di olio, di rimanere mescolato per molti giorni col siero, secondo Babington (1), e l'alcoole non prende grasso che alla condizione del concorso del calore. Ora simile trattamento fa ottenere grasso non solo da ciascuno dei tre materiali immediati del sangue indistintamente, ma inoltre dal cervello, dai nervi, dai muscoli, dalle membrane fibrose, dall'epidermide, dai peli, dalle unghie e da tutti i liquidi albuminosi, anche dalle sostanze azotate in generale. Laonde, se questo grasso preesistesse, non sarebbe già una sostanza particolare, sì bene la materia animale generale. Inoltre se dessa entrasse realmente nel sangue, come principio costituente, la sua quantità dovrebbe essere, fino a certo punto, proporzionata allo stato della nutrizione; ma Denis (2), il quale d'altronde vede in essa un vero elemento del sangue, non riscontrò mai nulla di simile, in onta del gran numero di sue indagini, ed il sangue trattato coll'alcoole gli diede, termine medio, 0,0076 di grasso nelle persone pingui e pletoriche, affatto come negli individui magri ed esangui. Bisogna osservare che (3) questo grasso esala inoltre certo odore di spirito di vino, sebbene abbiasi adoprato un calore intenso e sostenuto per iscacciarne l'alcoole, circostanza la quale indica una combinazione intima. D'altronde, essa differisce essenzialmente, non solo da quella che esiste nel tessuto cellulare, ma inoltre dall'altra che, giusta le osservazioni precedenti, si rinviene talvolta allo stato di libertà nel sangue; infatto, secondo Chevreul, contiene azoto e fosforo, la qual cosa fa sì che ardendo dia ammoniaca ed acido fosforico; cristallizza in lamine rilucenti, coll' acqua forma emulsione, ed essa non riesce saponificabile cogli alcali, sicchè non può essere combinata colla soda nel sangue. Ogni cosa adunque ne induce a pensare che essa è il semplice prodotto della decomposizione. D'altronde, indipendentemente dal grasso rosso, Denis (4) rinvenne traccie di altro grasso bianco; ma Lecanu distingue una materia oleosa, la quale si discioglie a freddo nell'alcoole, e che lascia colla incenerazione un residuo senza acido, oltre un grasso solido, il quale cristallizza in lamine bianche, si discioglie nell'alcoole bollente, e dà mediante la combustione una cenere contenente acido fosforico.

4.° Si ammise una serie di *materie coloranti* particolari come entranti nella composizione del cruore, per ciò che variando i modi di

(1) *Medico-chirurgical review*, *t. XXVII*, *p.* 208.
(2) *Ric. sperimentali sul sangue*, *p.* 296.
(3) *Ivi*, *p.* 85.
(4) *Ivi*, *p.* 101.

decomposizione, si ottennero prodotti diversamente colorati, e queste diverse materie si ebbero nomi speciali.

Secondo Vauquelin, si ottiene la materia colorante del sangue versando sul grumo quattro parti di acido solforico, preventivamente allungate con otto parti di acqua, scaldando il tutto per sei ore alla temperatura di 56° reaumuriani, feltrando il liquore, ed aggiungendo ammoniaca; il precipitato che si produce è porporino; la disseccazione lo rende nero e rilucente, e non contiene ferro (1). Ma torna impossibile che sia dessa un principio organico; giacchè niuna sostanza organica non potrebbe sopportare tale azione dal lato dell'acido solforico e del calore, senza risolversi nei suoi elementi, i quali addurrebbero nuovi prodotti. D'altronde, questa materia colorante si distingue bastevolmente dal cruore per la sua insolubilità nell'acqua e la sua grande solubilità negli acidi e negli alcali, coi quali somministra liquori porporini.

5.° La *globulina* di Lecanu si prepara prendendo sangue fresco, battuto ed allungato con acqua, versandovi sotto-acetato di piombo, per precipitare l'albumina, filtrando il liquore, precipitando il piombo mediante il solfato di soda, separando l'acido idroclorico per mezzo dell'alcoole e dell'ammoniaca, e lavando il residuo coll'acqua bollente. È rosso-bruna, contiene ferro, non si scioglie nè nell'acqua nè nell'alcoole, forma coll'acido idroclorico una combinazione solubile nell'alcoole, e somministra cogli alcali certa dissoluzione rossa, nella quale il cloro, l'acido idroclorico, l'acido acetico e la infusione di noce di galla fanno nascere alcuni precipitati (2).

6.° Per avviso di Trevirano, fa d'uopo comprendere nel numero dei materiali del sangue l'*acido ematico*, il quale si ottiene facendo arrossare del carbone di sangue colla soda, e trattando poscia il tutto coll'alcoole; il liquore evaporato dà cristalli giallastri ed un liquido rosso-bruno, che ambidue arrossansi coll'aggiunta del nitrato di ferro. Però è riconosciuto, massime da Engelhart (3), che questo acido costituisce una combinazione di acido idrocianico collo zolfo, ovvero quanto dicesi acido idrosolfocianico, e che esso debba la sua produzione soltanto alla decomposizione del sangue mediante il calore.

7.° Considera Gmelin come principio colorante del sangue la *gliadina*, cui ottiensi facendo bollire il grumo coll'alcoole, e feltrando il liquore,

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. III*, 298.
(2) *Bollettino delle Sc. mediche, t. XXII, p.* 242.
(3) *Loc. cit., p.* 28.

d'onde essa si depone in fiocchi gelatiniformi di color rosso-chiaro. Contiene molto ferro. Secondo Berzelio, la gliadina è albumina vegetabile.

8.° L'*eritrogeno* consiste in certa sostanza verde, cristallizzabile e solubile nell'alcoole, da Bizio trovata in un sangue degenerato dalla malattia e putrido, e che, al suo parere, produrrebbe la materia colorante rossa del sangue combinandosi con azoto (1).

9.° Sigwart ammette nel cruore certo pigmento bruno, di sapore particolare, con fauci amare, il quale si dissecca in massa resiniforme, si inumidisce all'aria, e si discioglie compiutamente nell'acqua. Ne suppone egualmente uno di giallo nella sierosità. Sì l'uno che l'altro si ottengono mediante la digestione coll'alcoole, e non sono probabilmente altro che osmazomo.

10.° La *cruorina*, da Denis (2) riposta tra i principii immediati del sangue, si ottiene facendo bollire cruore od albumina, ma specialmente fibrina nell'acqua, feltrando il liquore, evaporandolo fino a secchezza, e lavando il residuo con alcoole caldo. È una sostanza priva di colore, di sapor piacevole, ma pure alquanto stitico, insolubile nell'alcoole, solubile nell'acqua, e precipitabile col concino. Siccome è solubile nell'acqua fredda, e che tuttavia non puossi estrarla dal sangue mediante l'acqua, siffatte due circostanze indicano positivamente che essa non esiste in questo liquido già formata.

11.° Si ammisero inoltre nel sangue diverse sostanze indeterminate.

Indica Berzelio, oltre l'osmazomo, certo materia animale solubile nell'acqua soltanto, e non nell'alcoole. Lecanu riguarda siffatta sostanza come albumina gelatinosa, vale dire qual miscuglio particolare di albumina e di soda.

Home (3) ammette, nel sangue, certo muco trasparente, elastico e solubile nell'acqua, più una gelatina trasparente, egualmente solubile nell'acqua, di mezzo alla quale nuoterebbero i globetti formati di fibrina.

Sigwart dice aver trovato, dopo la estrazione delle due materie coloranti indicate superiormente, che il residuo conteneva non solo certa materia solubile nell'acqua e nell'alcoole, e precipitabile col concino, ma inoltre un' altra materia animale, la quale non si coagula col calore, e che produce soltanto, colla evaporazione, pellicelle insolubili nell'acqua e nell'alcoole.

È certo che variando il modo di applicazione del calore, dell'alcoole,

(1) *Froriep, Notizen, t. VI, p.* 161.

(2) *Loc. cit., p.* 108.

(3) *Loc. cit., t. III, p.* 27; *t. V, p.* 100.

degli alcali e simili, si potranno discoprire ancora altre sostanze, che sarebbero soltanto altrettante variazioni di quelle intorno a cui abbiamo parlato (1.°-8.°). La conoscenza di siffatti prodotti potrà arricchire la chimica animale, purchè però si si appigli a far ben conoscere la serie delle trasformazioni di cui è la medesima sostanza suscettibile allorquando la si assoggetti ad agenti diversi, che si proceda in maniera comparativa, e che si abbracci l'argomento nella sua totalità, invece di applicarsi soltanto a trovare nuove sostanze, che si isolano quindi le une dalle altre, e che si presentano come altrettanti materiali reali del corpo organizzato.

12.° Tiedemann (1) colloca la ptialina fra i principii immediati del sangue. Si fece lo stesso riguardo all'urea, pel motivo che la si rinvenne nel sangue dopo la estirpazione dei reni. Certamente, se le secrezioni siano alterate od aumentato il riassorbimento, questo liquido può eziandio contenere materia biliare, spermatina e simili; ma non si presentò per anco argomento soddisfacente in appoggio di una opinione riponente un prodotto secretorio qualunque fra i principii normali del sangue, e giusta quanto sappiamo di siffatto umore, non puossi presumere che giungasi mai a stabilire sicuramente consimili ipotesi.

B. *Sostanze inorganiche esistenti nel sangue.*

§. 683. Entrano nella composizione del sangue molte sostanze inorganiche.

1.° Riponesi in primo luogo l'*acqua*; la si estrae mediante la evaporazione ad un moderato calore, e se ne valuta la quantità colla scorta della diminuzione comportata dal peso del sangue. A dir vero, la valutazione a cui così perviensi non è già rigorosa, dappoichè il vapor acqueo strascina seco alcune altre parti del sangue (§. 667, 2.°); ma la inesatezza da ciò risultante non è tanto considerabile da non poterlasi negligere.

La proporzione dell'acqua alle parti solide del sangue è, termine medio, di circa 0,75 : 0,25. Trovò Denis (2) per massimo di acqua 0,86, e per minimo 0,70, sicchè porta esso il termine medio a 0,78. Thackrah la valuta a 0,75, Witing e Lecanu a 0,78, Bostock a 0,88, Berzelio a 0,90; le antiche valutazioni, cui trovansi riunite in Haller (3) variano da 0,63 a 0,93. Secondo le ricerche di Berthold,

(1) *Trattato di fisiologia*, *t. I*, *p.* 337.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 265.
(3) *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 98.

il sangue della rana contiene . . . . . 0,90 di acqua
—— del carpio 0,85
—— della capra 0,83
—— del piccione } 0,82
—— del montone }
—— del vitello } 0,80
—— della gallina }
—— del bue 0,79
—— del cane }
—— del gatto } 0,75
—— del porco }
—— dell' uomo . . . . . { 0,73 / 0,76

Il siero contiene all' incirca i nove decimi di acqua, sicchè questo liquido vi è, riguardo all' albumina ed ai sali nella proporzione di 0,9 a 0,1. L' acqua del siero ascende a

0,678 . . . . . secondo Read Clanny
0,888 . . . . . » Bostock
0,875) . . . . . » Berzelio
0,905)
0,900 . . . . . » Marcet
0,907 . . . . . » Davy

Prevost e Dumas esaminarono sotto tale aspetto il siero di molti animali, ma senza giungere a verun resultato speciale; il siero del lepre era quello che conteneva meno acqua (0,890); venivano poscia quelli dell' uomo, del porco d' India e dell' anguilla, indi l' altro del vitello, del cavallo, dell' anitra, della tartaruga, e via dicendo, fin al piccione il cui siero era il più ricco di acqua (0,944). Però emerge da di là che la proporzione dell' acqua alle parti solide del siero è, all' incirca la stessa nei diversi animali vertebrati.

Si rinviene nel crassamento, termine medio, 0,730 di acqua e 0,270 di parti solide.

I materiali coagulati del sangue ritengono dell'acqua, il cruore meno degli altri due (0,54), la fibrina maggiormente (0,05), e l' albumina più ancora (0,85 in 0,90).

2.° Il sangue fresco e per anco caldo, posto sotto il recipiente della macchina pneumatica, svolge *aria*, sparge vapori e diviene spumoso; bisogna che quest' aria fosse in esso contenuta, giacchè sebbene il sangue assorba l' aria atmosferica con molta avidità, dopo la sua uscita dai vasi, non si copre meno di schiuma quando lo si porti sotto il recipiente subito dopo averlo tratto. Bolle eziandio a grosse bolle sul fuoco. Crede Rosa, che quest' aria sia mescolata al sangue in istato di gas. Secondo Ackermann, vi esisterebbe a quello di semi-gas; ma entrambe queste ipotesi mancano di prove. Niuna cosa ci autorizza a concepire l' aria altramenti che combinata nel sangue, ed in conseguenza sotto forma liquida; è però naturalissimo che circostanze meccaniche e chimiche la determinino ad isfuggirsi sotto quella di gas. Quasi tutti i sangui che si esaminano col microscopio contengono bolle di aria (§. 665) delle quali se ne sviluppano molte durante la coagulazione (§. 669, 1.°). La quantità di aria cui il sangue lascia uscire sembra variabilissima e dipendere in parte da circostanze accidentali: Hales la valutava ad 1/33 del sangue (1). In quanto alla natura di quest'aria, Parmentier e Deyeux la riguardavano come aria atmosferica, pur confessando che le loro numerose esperienze non diedero sempre lo stesso resultato in tale proposito. Dice Krimer (2) aver trovato, in quattro esperienze

acido carbonico	0,18 in 0,26
ossigeno	0,17 in 0,52
Azoto	0,56 in 0,62

Ackermann (3) la considerava come ossigeno. Comprovarono il maggior numero degli osservatori che il sangue fresco dà acido carbonico sotto il recipiente della macchina pneumatica. Dice Brande averne ritratto due pollici cubici da un' oncia di sangue (4), quantità che sembra troppo grande. Secondo Scudamore (5) la maggior proporzione è di mezzo pollice cubico per sei oncie di sangue. Però, stando al parere di Read Clanny, essa ascende a 0,06 del sangue allo stato di sanità (6). Ottenne Humphry Davy da dodici oncie di sangue 1,8 pollici cubici di gas, consistente in 1,1

(1) *Haller, Elem. phyolog., t. II, p.* 121.
(2) *Versuch einer Physiologie des Blutes, p.* 181, 184.
(3) *De combustionis lentae phaenomenis, quae vitam organicam constituunt, p.* 7.
(4) *Home, Lectures, t. III, p.* 8.
(5) *Versuch ueber das Blut, p.* 89.
(6) *Archivii generali di med., t. XVIII, p.* 290.

pollice cubico di acido carbonico, e 0,7 di ossigeno. Giovanni Davy nega, all'opposto, che si sviluppi gas acido carbonico fuori del caso di putrefazione; giacchè desso rifiuta tal acido al sangue fresco, pretende che l'assorba ed assicura che non lo lascia scappare alla temperatura di 75° (1). Eppure si svolge gas acido carbonico allorquando si aggiunga al sangue acido fosforico allungato od acido acetico (2).

3.° Oltre quest' acido e l' acido lattico, di cui parlossi precedentemente (§. 682, 2.°) trovasi eziandio acido idroclorico ed acido fosforico quando si decompone il sangue; questo principalmente combinato col ferro e colla calce, nella cenere del cruore e della fibrina, quello specialmente, unito alla soda, nell' estratto alcoolico dell' albumina. Quando si rinviene acido solforico, sembra essere soltanto il prodotto della decomposizione, e dovere la propria origine alla ossigenazione dello zolfo.

4.° Il sangue contiene soda pura, sicchè inverdisce lo sciroppo di viole; l' azione sui colori vegetabili si appalesa ancora più nel siero. La soda è unita all' albumina, ed in modo cotanto intimo, da tornare difficile il separarnelo, non giungendovisi che mediante frequenti lavacri. Allorquando l' albumina coagulata incomincia a decomporsi poco a poco, la soda sfiorisce. Del resto, secondo Denis (3), essa ascende da 0,001 a 0,002 del sangue.

5.° Trovasi carbonato di calce nella cenere del sangue, e di ciascuno dei suoi principii immediati; si può estrarla mediante gli acidi, da cui la si precipita mediante gli alcali. La si scopre altresì per mezzo dei reattivi in una soluzione acquosa della quale si precipitarono le sostanze animali per mezzo del cloro gazoso. Secondo Denis, la sua quantità pareggia all' incirca quella della soda.

6.° I sali formano, per suo avviso, 0,0086, e secondo Stevens, 0,013 del sangue. Si compongono giusta gli insegnamenti di Davy di

cloruro di sodio	0,0042 del sangue
—— di potassio	0,0036
fosfato calcareo	0,0008
—— di magnesia	alcune traccie.

Secondo altri e Berzelio specialmente, vi si trova eziandio del fosfato di soda. Questi sali ottengonsi tanto liscivando la cenere e facendo

(1) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organische Physik, t. II, p.* 394.
(2) *Hunefeld, Physiologische Chemie, t. I, p.* 242.
(3) *Loc. cit., p.* 271.

cristallizzare il liquore, quanto ricorrendo ad acidi convenevoli, cui precipitansi in seguito coll' ammoniaca.

7.° Fra le sostanze combustibili, si distingue lo zolfo combinato coll' idrogeno, che annuncia la sua presenza tanto colla proprietà che hà di annerire l' argento esposto ai vapori del siero bollente, quanto pel motivo che si sviluppa gas idrogeno solforato durante la putrefazione o la distillazione dell'albumina e del cruore. Il fosforo combinato col gas idrogeno, si manifesta egualmente durante la ditillazione del sangue.

8.° Si riconosce la presenza del ferro nel cruore abbruciato ; il suo carbone è attratto dalla calamita, e la cenere somministra coll'acido idroclorico certa soluzione rossa dalla quale l'ammoniaca, l' idro-solfato d'ammoniaca, l' idrocianato di potassa precipitano del ferro, come pure la infusione di noce di galla se la soluzione fu saturata mediante l'ammoniaca. L' unico caso in cui non trovasi ferro nella cenere è quando si aggiunse al sangue acido idroclorico, pel motivo che il cloruro di ferro cui allora producesi si volatilizza, come provò Rhades (1), il quale, distillando coll' idroclorato di ammoniaca il residuo della combustione del crassamento, ottenne cloruro di ferro e di ammoniaca. Pretendeva altresì Imhof aver attratto del ferro colla calamita, facendo agire questa sul crassamento non abbruciato, ma disseccato e ridotto in polvere ; è però verisimile che avvenga una carbonizzazione parziale, giacchè insegnò la esperienza generale che il sangue disseccato con circospezione non è già impressionato dalla calamita (2). Siccome non si può neppure dimostrare la presenza del ferro nel cruore liquido mediante verun reattivo, così fu dessa posta affatto in dubbio da Wells. Ma Engelhart (3) scoperse che quando fecesi passare una corrente di cloro gazoso attraverso la soluzione acquosa del cruore in guisa da precipitare tutta la materia animale, il ferro (allo stato di cloruro) può essere dimostrato nel liquore mediante tutti i reattivi, ed ottenuto nella stessa quantità della cenere. Si precipita egualmente allorquando aggiungesi acido nitrico alla dissoluzione del cruore nell' idrocianato di potassa o nell' idrosolfato di ammoniaca (4), come altresì, secondo Prevost e Dumas, quando s' incominci dal decomporre la materia animale del cruore mediante la ebollizione coll' acido nitrico, e se, dopo aver filtrato il liquore, vi si aggiunga idrocianato di potassa o di ammoniaca (5).

(1) *Diss. de ferro sanguinis humani*, *p.* 11.
(2) *Hunefeld*, *Physiologische Chemie*, *t. I*, *p.* 49.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 50.
(4) *Ivi*, *p.* 25.
(5) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 60.

Per quello spettasi alle quantità proporzionali, trovò Rhades nelle ceneri del cruore 0,517 di sali solubili nell' acqua e di 0,483 di ferro; ottenne Berzelio da questa stessa cenere 0,500 di ossido di ferro, e 0,075 di sotto-fosfato di ferro, in tutto, per conseguenza, 0,546 di ossido di ferro, locchè equivale a 0,379 di ferro metallico. Engelhart trovò (1) che eravi 0,05 di ferro nel cruore secco. La quantità di ferro, nel sangue intiero, è, termine medio, di un millesimo. Rhades la rinvenne, in un caso, di 0,0019, ed in altro di 0,0023. Le numerose ricerche praticate da Denis (2) gli procurarono un minimo di 0,0003 ed un massimo di 0,0020.

Wurzer dice aver trovato, nel carbone del sangue umano, oltre 0,054 di ossido di ferro, 0,017 di ossido di manganese (3).

C. *Proporzione dei principii costituenti.*

§. 684. Diede Denis un prospetto delle quantità proporzionali dei principii costituenti il sangue intiero, e sebbene la sua valutazione abbisogni tuttavia di essere rettificata sotto molti aspetti, puossi per altro valersene pel momento. Ammette Denis (4) quindici materiali immediati, nelle proporzioni seguenti, sopra diecimila parti di sangue:

Acqua	7320
Cruore	1814
Albumina	600
Grasso fosforato	76
Cloruro di sodio	42
—— di potassio	36
Fibrina	25
Osmazomo	13
Cruorina	10
Soda	20
Carbonato di calce	26
Fosfato di calce	8
Ossido di ferro	10
	10,000

(1) *Loc. cit.*, *p.* 51.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 272.
(3) *Schweigger, Journal fuer Chemie, t. LVIII, p.* 481.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 117, 297.

Classificando queste sostanze, si ottengono le seguenti proporzioni :

A. Sostanze organiche		2538
a. Separantesi da sè stesse	»	2439
a. Cruore	1814	
b. Albumina	600	
c. Fibrina	25	
b. Separate dall' arte	99	
a. Grasso	76	
b. Osmazomo	13	
c. Cruorina	10	
B. Sostanze inorganiche		7462
a. Sostanze solide	142	
a. Sali neutri	78	
b. Sali terrosi	8	
c. Calce	26	
d. Soda	20	
e. Ferro	10	
b. Acqua	7320	

Secondo Lecanu, le proporzioni furono le seguenti in due casi :

	a	b	a	b	a	b
A Sostanze organiche					2068	2029
a. Separate da sè stesse			2001	1925		
a. Cruore	1330	1196				
b. Albumina	650	694				
c. Fibrina	21	35				
b. Separate dall'arte			67	104		
a. Materia grassa . . .	24	43				
b. Materia oleosa . . .	13	22				
c. Materia estrattiva . .	18	19				
d. Albumina e soda . .	12	20				
B. Sostanze inorganiche					7906	7943
a. Sostanze solide			105	87		
a. Sali neutri	84	73				
b. Sali terrosi e ferro . .	21	14				
b. Acqua			7801	7856		

II. *Costituzione chimica del sangue.*

§. 685. Se ora riprendiamo i caratteri chimici del sangue, riconosciamo in esso certa combinazione di una sostanza organica particolare con sostanze inorganiche generalmente sparse.

I. La materia organica pura si lascia ridurre in ossigeno, azoto, carbonio ed idrogeno.

1.° Questi elementi non si rinvengono nel mondo esterno che due a due, o nello stato di combinazioni binarie, mentre che nel sangue e nei suoi materiali immediati, essi rappresentano certa combinazione unica, quaternaria. L' azoto non si trova in veruna sostanza solida del corpo terrestre, almeno sviluppato, se pur ciò non sia soltanto nell'atmosfera. Lo si rinviene in alcune sostanze vegetabili ed in quasi tutte le sostanze animali.

2.° L' ossigeno fa antagonismo alle altre sostanze elementari; si comporta verso di esse come elemento elettro-negativo, la qual cosa fa sì che si sviluppi al polo positivo della pila voltaica. In virtù dell' ossigeno che contiene la sostanza del sangue è un ossido; ma le altre sostanze elementari la superano. Giusta l' analisi data da Michaelis (1), la proporzione sarebbe all' incirca la seguente, termine medio pel sangue arterioso e pel sangue venoso;

carbonio	52,015
azoto	16,760
idrogeno	7,650
ossigeno	23,575
	100,000

L' idrogeno che, nell'acqua, sta all'ossigeno come 1 : 8 (11,09 : 88,91), vi è nel sangue come 1 : 3; al che devesi inoltre aggiungere l'azoto e la grande quantità di carbonio, per dare alla sostanza del sangue un predominio di qualità elettro-positiva, in virtù della quale essa attrae vivamente nuova quantità di ossigeno, ed arde spandendo fiamma chiara. Ma il sangue può altresì comportarsi come elemento elettro-negativo quando reagisce sopra sostanze decisamente elettro-positive, come accade allorchè

(1) *Schweigger, Journal fuer Chemie, t. III, p. 94.*

lo si pone a contatto con un alcali, mentre si appalesa elettro-positivo riguardo agli acidi.

3.° Le sostanze elementari non sono combinate nel sangue in proporzioni definite, o secondo le leggi della stechiometria, vale dire per modo che una di esse rappresenti la unità della quale le altre sarebbero a certi gradi multiple. Le leggi aritmetiche che, nei corpi inorganici, determinano la combinazione degli elementi, sotto l'aspetto della quantità proporzionale, non trovano adunque qui veruna applicazione.

II. Sotto l'aspetto dei suoi materiali inorganici, il sangue comprende in sè il cerchio intero delle sostanze terrose, poichè di ogni classe di corpi, se ne trova uno che rappresenta gli altri. Siffatta particolarità sembra appartenere essenzialmente al sangue in tutti gli animali; giacchè, ad esempio, Erman trovò in quello delle lumache degli orti del carbonato di soda, del cloruro di sodio, dei carbonati e dei fosfati di calce e di ferro (1).

4.° La maggior parte riducesi all'acqua, che risulta di una combinazione dell'ossigeno negativo coll' idrogeno positivo, tiene gli elementi in equilibrio, e rappresenta la indifferenza generale della materia, in quanto che essa non è combustibile e non esercita neppure direttamente l'ufficio di acido, ma riceve piuttosto in sè le sostanze estranee, senza alterarne la qualità; non ha dessa nè colore, nè odore, nè sapore; la sua coesione cambia facilmente, e rendesi osservabile per la eguale facilità colla quale essa passa tanto allo stato solido che a quello di vapore; possede affinità di adesione per molti corpi solidi e gas; ora essa gli ammette fra le proprie molecole, e le fluidifica, ora altresì viene ammessa tra le loro, e diventa o solida o gazosa; si scompone facilmente e si produce con eguale facilità. È fra tutti i corpi il più sparso sulla superficie della terra, quello che serve come d' intermedio a tutti gli altri. Ad essa il sangue va debitore della sua liquidità, della sua mobilità e della propria attitudine a decomporsi.

5.° La principale, tra le sostanze dotate della elettricità negativa contenute nel sangue, è l'acido idroclorico, il quale si distingue fra tutti gli acidi per l'abbondanza con cui è sparso sulla terra, la sua volatilità, la facilità con cui si decompone, e la mancanza di ossigeno (ammettendo che il cloro non sia già una modificazione di questo).

6.° Nella categoria dei corpi animati dalla elettricità positiva si distinguono dapprima gli alcali, fra cui la soda, che è il più sparso di

(1) *Abhandlungen der Akademie zu Berlin*, 1816-1817, *p*, 210.

tutti nella natura, trovasi altresì ovunque nel sangue, mentre che non vi si rinvengono che qua e là traccie insignificanti di potassa. Fra le terre contenute nel sangue, figura la calce, cui la sua abbondanza sul globo, la sua grande eccitabilità chimica, la facilità che ha di combinarsi coll'acqua, cogli acidi e coi corpi combustibili, finalmente il suo grande riavvicinamento agli alcali ed ai metalli, rendono cotanto osservabile. Non vi sono che lievi vestigi di magnesia.

Il metallo del sangue, il ferro, sembra essere l'anello indifferente nella serie dei metalli, dappoichè riunisce in sè, in modo speciale, le proprietà di questi diversi corpi, si rassomiglia ai metalli nobili per la propria durezza, coesione, contrattilità, fissezza al fuoco, poca fusibilità, gran peso, esistenza frequente allo stato nativo, ed ai metalli inferiori per la sua alta eccitabilità chimica e propensione ad ossidarsi; sotto l'aspetto della elettricità positiva e negativa, verso gli altri metalli, esso tiene il mezzo fra loro; in esso il dispiegamento dell'antagonismo nel magnetismo si manifesta in modo assai energico; è desso che trovasi più di frequente combinato con altri metalli; finalmente costituisce il più sparso di tutti nella natura, ove lo si rinviene di mezzo alle rocce maggiormente antiche, in particolare il granito, come fra le produzioni più recenti della terra, le torbe, come eziandio nelle meteoriti. Il sangue non contiene che traccie equivoche di manganese.

Finalmente riponiamo qui i corpi combustibili che si comportano bensì come elementi elettro-negativi riguardo agli alcali, ai metalli ed all'idrogeno, ma che, nella loro qualità di radicali, di acidi particolari e di sostanze dotate di grande combustibilità, appartengono alla classe dei corpi animati della elettricità positiva. Collocasi nel primo ordine il fosforo, che sembra essere un prodotto della vita organica. Non si trovano che piccole traccie di zolfo.

7.° Uno sguardo riportato sopra queste diverse sostanze, ci conduce ad alcune considerazioni generali. Le sostanze inorganiche sembrano essere proprie in due maniere a rappresentare nel sangue, la classe del corpo di cui fanno parte; dapprima mediante la loro grande estensione nella natura, che compartisce ad essi fin certo punto il carattere della universalità; dappoi con la loro estrema variabilità e la facilità colla quale si decompongono, le quali cose fanno sì che esse corrispondano maggiormente alla natura del sangue. D'ordinario queste due qualità sono riunite insieme; il solo fosforo è meno abbondante di altri combustibili, ma li sorpassa tutti in combustibilità. All'opposto la soda non è maggiormente decomponibile di altri alcali, ma risulta molto più sparsa. Il

riavvicinamento esistente tra queste sostanze e la sostanza animale si esprime inoltre nelle loro combinazioni; per tal guisa, secondo Berzelio, l'acido fosforico si combina colla calce in differentissime proporzioni, ed il fosfato calcareo sembra men soggetto alle leggi stechiometriche di altri sali terrosi. Il sangue degli animali inferiori sembra contenere più carbonato che fosfato calcareo, e sotto tale aspetto, presentare uno sviluppo meno sensibile del carattere animale. Sembra pur meritevole di osservazione che a lato di ciascuna fra queste sostanze inorganiche si trovi un corpo di sua classe, ma in piccola quantità soltanto, e facente in certa guisa l'ufficio della sua ombra; scorgesi, in fatto, la potassa colla soda, la magnesia colla calce, il manganese col ferro, lo zolfo col fosforo.

A. *Stato dei principii costituenti del sangue.*

§. 686. Non possiamo che arrischiare congetture sopra il quesito di sapere se le sostanze inorganiche esistano nel sangue nello stesso stato di quello sotto cui si estraggono.

I. È certo che l'acqua esiste come tale nel sangue, giacchè i fenomeni della disseccazione lo dimostrano (§. 673, 5.°). La soda libera annuncia la sua presenza nel sangue non decomposto, ed il siero mediante l'alterazione che fa comportare ai colori azzurri vegetabili; d'altronde, non potrebbesi immaginare che la vi fosse contenuta in istato metallico. Nè torna ammissibile che il fosforo sia puro nel sangue; ma se vi si trova allo stato di acido, questo non può neppure esser libero, ma deve rinvenirsi combinato con una parte della soda. Niuna cosa assolutamente ci autorizza a pensare che siavi cloro puro nel sangue, ma sappiamo, all'opposto, che molte sostanze contenenti acido idroclorico già formato, s' introducono nella economia animale. Risulta adunque probabilissimo che il siero rappresenti una dissoluzione acquosa di soda, di fosfato di soda e di cloruro di sodio, combinati con albumina, tanto meglio che perviensi ad estrarne queste sostanze senza essere costretto ricorrere a processi chimici complicati.

II. Il ferro e la calce, compagni caratteristici del cruore e della fibrina (§. 577, 4.°), presentano maggiori difficoltà. Saremmo tentati ammettere nel sangue una materia animale generale, la quale rappresenterebbe con un eccesso di soda e di sali neutri, l'albumina, con del ferro, il cruore, e con un eccesso di calce, la fibrina; ma non possiamo convertire l'albumina nè in cruore, nè in fibrina mediante l'aggiunta del ferro o della calce, ed il solo mezzo di salvare la nostra ipotesi consiste nel

supporre che queste forme della sostanza del sangue risultano da una combinazione organica speciale di ferro e di calce prodotta dall'attività vitale. La opinione che trovasi colà alcun che di particolare ha per sè eziandio che questi corpi inorganici non manifestano le loro reazioni ordinarie, nè lasciano riconoscere la loro presenza se non dopo essere stati svolti dalla sostanza organica, tanto se questa sia stata distrutta dal fuoco, come se sia stata separata, ad esempio, mediante il cloro (§. 674, 4.°). Gli idrocianati, la tintura di noce di galla, il solfuro di potassio, la barite, l'acido ossalico e simili, non fanno discoprire, nè nel sangue fresco, nè in una dissoluzione acida di cruore o di fibrina, veruna traccia di ferro o di calce, e l'acido nitrico, che s' impadronisce di tutto il ferro e di tutta la calce contenuti nella cenere del sangue, non attacca già il carbone di questo, neppure al calore della ebollizione, sicchè, quando viensi poscia a ridurre in ceneri il carbone, esso somministra tanto metallo e terra, come se non lo si avesse già trattato coll'acido nitrico; la qual cosa si applica alle parti vegetabili come al sangue. Quindi pensa Abernethy (1), che le sostanze inorganiche si formino solamente durante la decomposizione, e si appoggia su tal riguardo ad una esperienza, giusta la quale cinque oncie di sangue fresco avrebbero somministrato centodue grani di ceneri, con sei grani di sali, venti di carbonato calcareo e poco ferro, mentre egual quantità dello stesso sangue, che era stata conservata per quattro mesi, diede 78 grani di ceneri, con 15 grani di sali, 40 di fosfato calcareo e molto ferro. Krimer dice (2) altresì aver ottenuto maggior quantità di ferro dal sangue putrefatto che dal sangue fresco. Tuttavia queste esperienze avrebbero bisogno di essere ripetute con cura acciocchè si potesse trarne alcune conclusioni, e d'altronde non si comprenderebbe come la produzione del ferro e della calce potesse risultare dall' addizione di cloro. Ma Rose (3) dimostrò che la sostanza organica del sangue toglie alle materie inorganiche in questo liquido contenute la proprietà di essere precipitate dai reattivi; fece vedere che l'ammoniaca non precipita ferro dalla dissoluzione di cruore in cui si fece passare cloro, a meno che essa non sia stata liberata dalla sostanza organica mediante la filtrazione, che, nel caso opposto, l'ammoniaca discioglie la materia organica, e che allora questa ritiene il ferro; riconobbe egli inoltre, che aggiungendo eziandio ossido di ferro al cruore, non si perveniva ad

(1) *Chirurgische und physiologische Versuche*, *p.* 96.
(2) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, *p.* 281.
(3) *Poggendorf*, *Annalen der Physik*, *t. LXXXIII*, *p.* 82.

iscoprirlo nè coll'ammoniaca, nè coll' idrosolfato di ammoniaca, nè col concino; finalmente si assicurò, che tutte le sostanze organiche solubili nell'acqua e non capaci di volatilizzarsi mediante il calore, come la gelatina, lo zucchero di latte, lo zucchero, l'amido e la gomma, opponevansi all' essere l' ossido di ferro e l' allumina compiutamente precipitati dagli alcali caustici.

È il calcio cotanto ossidabile che sarebbe difficilissimo che la calce esistesse nel sangue allo stato metallico. L'affinità di questa terra pegli acidi non permette neppure che essa vi si trovi a quello di purezza, e probabilmente vi sta nella condizione di sotto-fosfato calcareo.

Per quello spettasi al ferro, Fourcroy e Vauquelin ammettevano che il sangue lo contiene allo stato di sotto-fosfato, disciolto nel siero mediante la soda, atteso che questo alcali toglie al fosfato di ferro una parte del suo acido e lo converte in sotto-sale. Ma la fissezza dell'acido fosforico al fuoco dovrebbe fare che tutto l'ossido di ferro fosse fosfatato nella cenere, la qual cosa non è. Quindi altri pretendono che il metallo sia combinato con un acido decomponibile dal fuoco, e che Denis dice essere tuttavia di natura sconosciuta (1). Trevirano (2) riguardava come tale il suo acido ematico, al quale attribuiva di sottrarre all'azione dei reattivi il ferro di cui produsse la solubilità nel sangue; ma l' acido ematico non esiste già incontrastabilmente in questo liquido (§. 682, 6.°) ed il ferro che esso tiene in dissoluzione è facile ad iscoprirsi mediante i reattivi, secondo Engelhart (3). Pensa Berzelio che il ferro sia allo stato metallico, atteso che il cloro, che lo estrae dal cruore, non ha affinità per gli ossidi metallici, ma ne ha una fortissima pei metalli allo stato di regolo. A ciò puossi rispondere essere senza esempio che una materia organica si combini con un metallo puro, mentre che le combinazioni cogli ossidi sono comunissime. L' analogia ne autorizza quindi a pensare con Engelhart, Prevost e Dumas, che il ferro sia combinato colla sostanza del sangue allo stato di ossido o di perossido. Obbietta Berzelio (4) che allora l' acido idroclorico, il quale possede molta affinità per l'ossido, dovrebbe estrarlo, mentre che esso precipita il ferro col cruore; tuttavia ciò non costituirebbe un argomento, dappoichè il cloro, in virtù della sua affinità colla materia organica pura del sangue, la coagula, lasciando nel liquore il ferro e la calce.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 99.
(2) *Biologie*, *t. IV*, *p.* 565.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 28.
(4) *Trattato di chimica*, *t. VII*, *p.* 60.

B. *Causa delle qualità fisiche del sangue.*

§. 687. La spiegazione chimica delle qualità fisiche del sangue riducesi a mere congetture.

I. Relativamente alla *liquidità*, non si può qui aver riguardo che a quella dell'albumina nel siero, dappoichè il cruore è semplicemente tenuto in sospensione, e la fibrina, come oggetto della chimica, si presenta sempre allo stato solido. La difficoltà di determinare qual è la circostanza materiale mediante cui l' albumina diviene solubile nell' acqua, dipende da ciò che alcune azioni totalmente differenti (calore, acidi, alcoole) distruggono siffatta solubilità, operando la coagulazione, senza che abbiasi potuto fin a questo giorno riconoscere in cosa i crassamenti differiscano gli uni dagli altri.

La nostra attenzione si volge dapprima sui sali, i quali sono uniti coll' albumina. Gli acidi coagulano quest' ultima, tanto impadronendosi della soda del siero, quanto forse pure decomponendo un sale neutro di quest' alcali, per esempio, del lattato di soda, secondo Krimer (1). Ma il calore e l'alcoole anidro non neutralizzano già la soda ned iscompongono neppure sal neutro, e tuttavia producono la coagulazione dell' albumina. Brande pretende che, sotto la influenza del calore, la soda passi dall'albumina all' acqua; ma allora la coagulazione dovrebbe essere tanto più rapida ed abbondante, quanta più acqua sarebbevi, mentre all' opposto il siero allungato con moltissima acqua quasi non si coagula. Secondo Prevost e Dumas, la coagulazione proviene dall'attrarre la soda acido carbonico; ma non è provato, anzi torna improbabile, che quest'alcali non sia già carbonatato nel siero liquido. Pensava Fourcroy che l' albumina si coaguli assorbendo l' ossigeno dell' atmosfera (§.678, 3.°); però il calore la coagula altresì entro vasi chiusi e nel gas idrogeno. L'alcoole le sottrae dell' acqua; ma essa si coagula egualmente pel calore quando si sostituisca l' acqua con altra secondo che dessa si evapora, e qualora sia coagulata, l' acqua non la rediscioglie più. Dobbiamo quindi attenerci a questo fatto che l'albumina è, per sè stessa, solubile nell'acqua, ma che perde la propria solubilità quando viene modificata da certe azioni chimiche; ora il gas idrogeno solforato che essa svolge coagulandosi mediante il calore annuncia che essa comporta allora un principio di decomposizione.

II. Il *sapore* del sangue sembra dipendere dai suoi sali.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 259.

III. Secondo Denis (1), il suo *odore* dipenderebbe dal grasso fosforato; ma siffatto grasso non esiste probabilmente nel sangue, ed il cloro distrugge l'odore di questo. Altri ammettono un principio odorante speciale, cui Couerbe (2) dice essere un acido volatile; ma l'esame del vapore del sangue (§. 667, 2.°) non vi fece scoprire nulla di simile. Distillando alcoole con sangue, esso assume l'odore di quest'ultimo, e tuttavia i reattivi non esercitano veruna influenza sopra di esso. Scoperse Barruel (3) che l'odore è più penetrante allorchè aggiungesi acido solforico al sangue o ad uno dei suoi materiali immediati, e potrebbesi presumere che l'acido produca tal fenomeno combinandosi colla soda del sangue in guisa da mettere in libertà un altro acido qualunque (*).

IV. Pretende Denis, senza provarlo, che il *colore* del sangue dipenda dal grasso carico di osmazomo e di fosforo. S'intrapresero lunghe indagini per iscoprire da che proceda la rossezza di questo liquido, che può dipendere da certo pigmento particolare, di natura organica od inorganica, ovvero da una combinazione di sostanze.

1.° Siccome il ferro assume il color rosso in alcune circostanze, e che lo si rinviene nel sangue, si presunse fosse desso il principio colorante di quest'ultimo. Ammessa siffatta ipotesi, il ferro non poteva esistere nel sangue allo stato metallico (§. 686, II), dappoichè, sotto questa forma, esso ha soltanto il color grigio; doveva adunque ritrovarvisi allo stato di ossido; ma, secondo Berzelio, l'ossido di ferro si discioglie nel siero senza comunicargli il color rosso. Fourcroy e Vauquelin supponevano il metallo allo stato di sotto-fosfato, per ciò che il siero contenendo fosfato di ferro arrossa coll'aggiunta della potassa, e Berzelio vide l'albumina arrossarsi quando l'agitava fortemente con questo sale; però, nell'uno e nell'altro caso, ottiensi un color di ruggine, il quale differisce totalmente da quello del sangue, e puossi precipitare il ferro dal liquore. Pensa Trevirano che il metallo sia disciolto nell'acido ematico (§. 682, 5.°); ma vedemmo non essere provata la esistenza di quest'acido. D'altronde torna difficile comprendere che il ferro, il quale entra soltanto per un millesimo nel sangue, od un ventesimo nel cruore secco (§. 683, 8.°) possa comunicargli un colorito rosso cotanto intenso come è il suo.

2.° Altri ammettono un pigmento puramente organico, cui chiamano

(1) *Loc. cit.*, *p.* 281.

(2) *Annali d'Igiene pubblica e di medicina legale*, *t. II*, *p.* 497.

(3) *Ivi*, *t. I*, *p.* 274.

(*) *Leggi*, *in tal proposito*, *Raspail*, *Nuov. Sistem. di chimica organica*, *p.* 382.

ematosina, o materia colorante del sangue. Berzelio ed Engelhart confutarono bastevolmente l'asserzione di Brande (1), il quale pretendeva che il cruore non contenesse ferro più che verun' altra parte animale qualunque, ed in particolare che il siero e la fibrina. Wells sembra aver accampato una obbiezione più importante contro il ferro (2), dicendo che niun colore metallico non si distrugge ad un calore di sessanta gradi, come avviene a quello del sangue; però se il cruore abbrunisce mediante la coagulazione, puossi ristabilire il color rosso, al dire di Engelhart (3). Aggiunge Wells che il color metallico, il quale viene distrutto dalla potassa, si lascia ristabilire dagli acidi, ciocchè non accade già al cruore, e che, la materia colorante del sangue, essendo solubile nell'acqua, il ferro dovrebbe esistere allo stato di sale, locchè non avviene; però questo ultimo fatto non è rigorosamente dimostrato, ed il primo prova soltanto che il ferro non può essere considerato come il pigmento propriamente detto. Secondo Brande, la materia colorante del sangue viene precipitata dai sali metallici, per esempio, il cloruro di stagno, e combinato con essi in modo cotanto intimo da poterlosi adoprare, come altri pigmenti organici, alla tintura delle stoffe; e neppur questa è prova che il ferro non abbia veruna parte al color del sangue.

Dimostra poi che le sostanze coloranti annoverate precedentemente (§. 682, 4.°-9.°), non esistono nel sangue vivente sotto la forma che assumono fra le mani dei chimici, il fatto che si ottengono soltanto esercitando sul sangue azioni vivissime, le quali devono necessariamente decomporre la sostanza organica. Si presenta però il quesito di sapere se non perviensi altresì ad estrarre una materia colorante mediante un trattamento semplice, e se per conseguenza il cruore non sia composto di una parte colorata e di altra priva di colore. La risposta fu quasi sempre affermativa, giacchè Schroeder (4) ed altri osservatori, sulla cui esattezza puossi fiduciare, dicono che i globetti del sangue rimangono senza colore, qùando si estrasse la loro materia colorante mediante l'acqua. Se la cosa è realmente così, queste due parti sono primitivamente separate o non separate nei globetti. Home ed alcuni altri autori ammettevano il primo caso, perchè credevano aver trovata la sede della materia colorante nell' involucro (§. 691, I), dopo aver tolto il quale rimane un globetto più

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. II, p. 297.*

(2) *Philos., Trans., 1797. p. 427.*

(3) *Comm. de vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura, p. 13.*

(4) *Loc. cit., p. 49.*

piccolo e privo di colore, come dice altresì Young (1). Ma giusta la osservazione di Blainville (2), è certo che l' involucro quando si stacca a lembi, non sembra più colorato del nocciolo, e Raspail assicura che i globetti scolorati del sangue hanno lo stesso volume di prima (3). (Le osservazioni di Home sul nocciolo e l' involucro, in particolare sulla sede della materia colorante in quest' ultimo, non si accordano colle mie. Se stemprasi il sangue di rana in grandissima quantità di acqua, la materia colorante si discioglie nello spazio di ventiquattro ore, e rende l'acqua rossastra, mentre che i globetti conservano il volume e la forma che avevano prima, vale dire una forma ellittica, assai appianata, con certa elevatezza ellittica nel mezzo, sicchè essi rassomigliansi ad un piatto ovale dal lato della convessità. Sembra adunque, che nello stato fresco, la materia colorante penetri tutta la sostanza del globetto, allo stato di dissoluzione (4)).

Pretendeva Moscati, che il solo nocciolo fosse la sede della materia colorante; la quale opinione, che si attribuisce eziandio a Gruithuisen (5), non è maggiormente fondata dell'altra. Però, senza pretendere di decidere nulla in tale proposito, devo confessare non essermi maggiormente riescito di quello che ad Hodgkin e Lister (6), di vedere mai distintamente la materia colorante separarsi dai globetti, i quali, nelle rane specialmente, sono piuttosto grigi che rossi. Riconobbi che i globetti interi si disciolgono nell'acqua, la quale così si colorisce; e quelli che resistevano più alla lunga degli altri alla dissoluzione, non mi parvero altramente colorati che nel principio, sicchè credo dover considerare la loro intera sostanza come la sola parte colorata del sangue cui si possa mettere in evidenza.

3.° Checchè ne sia, non si può per lo meno, senza motivi diversi da quelli che vennero fin qui allegati, concludere dal colore particolare del cruore, che esista nel sangue certa materia colorante speciale; giacchè è cattiva tendenza quella di voler assegnare una sostanza speciale ad ogni proprietà, nè puossi meglio paragonarla che alla propensione dei

(1) *Jahresbericht ueber die Forschritte der physikalischen Wissenschaften*, *t. I*, *p.* 324.

(2) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 214.

(3) *Nuovo sistema di chimica organica*, *p.* 369.

(4) *Giunta di G. - Muller.*

(5) *Smidt*, *Ueber die Blutkaerner*, *p.* 35.

(6) *Froriep*, *Notizen*, *t. XVIII*, *p.* 241.

fisiologi di cercare la causa di ogni fenomeno vitale in un organo particolare. Il colore del cruore può essere il resultato di sua intera composizione. Tutto ciò che altera la proporzione dei suoi principii costituenti, cambia altresì il suo colore; e siccome la sua costituzione chimica, in generale, non è che il prodotto della vita, non possiamo neppure ristabilire il suo colore coi mezzi tratti dalla natura inorganica. Ma se il cruore in massa contiene la ragione sufficiente del suo colore, ciascuna delle sostanze che lo costituiscono, in particolare il ferro, vi piglia parte. Essendo il cruore l'unico dei materiali immediati che abbia una tinta rossa, ed il solo altresì che contenga ferro, il dire che la sua rossezza proviene da questo metallo, non sarebbe già adunque un errore nel senso testè stabilito. In vero, come osserva benissimo Berzelio, il ferro non si comporta già qui come una materia tintoriale che tingerebbe il sangue, ma come un elemento, il quale, mediante la sua combinazione con altri elementi, produce un corpo rosso, all' incirca nella guisa stessa che l'ossido di mercurio è rosso, sebbene il mercurio e l'ossigeno nol siano nè l'uno nè l'altro.

Le sostanze carbonate sono quelle specialmente che mostransi colorate, vale dire che decompongono la luce, e di tutte le parti del corpo, quella che presenta il coloramento più intenso è il pigmento dell'occhio, il quale, insieme con del ferro, contiene più carbonio che verun' altra; il cruore non rappresenterebbe forse una combinazione analoga? Pretendeva Autenrieth essere desso che, dopo il pigmento oculare, dà la maggior quantità di residuo carbonoso, e Nasse (1) faceva provenire da di là il suo colore, come altresì Hunefeld (2) crede verisimile che il colore del sangue provenga da certa combinazione del ferro contenente pochissimo ossigeno con una sostanza animale molto ricca di carbonio. Siffatto colore sembra adunque essere originariamente carico, o di un rosso tracnte al nero, e dovere specialmente la propria tinta più chiara ai sali neutri; giacchè qualunque sangue si chiarifica quando vi si aggiungono di questi sali. Trovò Steevens, che nella febbre gialla, il sangue era straordinariamente povero di sali, nero quanto l' inchiostro, ma che ritornava vermiglio coll'aggiunta di un sale neutro (3).

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. II, p.* 448.
(2) *Loc. cit., t. II, p.* 79.
(3) *Medico-chirurgical review, t. XXV, p.* 217.

CAPITOLO II.

Del sangue nell'organismo.

§. 688. Nel modo stesso che cominciamo dall'aprire cadaveri innanzi di cercar d'approfondire la conformazione materiale dell'organismo, così abbiamo fin qui considerato il cadavere del sangue, all'oggetto di acquistare i dati necessarii per innalzarci alla conoscenza della sua vita. Il primo passo che facciamo sopra questa nuova strada, ci conduce ad esaminare quale sia lo stato del sangue nell' interno dell'organismo.

I. QUALITÀ DEL SANGUE NELL' ORGANISMO.

a. *Stato fisico delle sue parti.*

Durante la vita, il sangue contenuto nei vasi si compone evidentemente di *globetti*, cui già conosciamo (§. 664), e di un liquido limpido come acqua, cui dicesi *sierosità (lympha sanguinis)*. Per tal guisa il microscopio ce lo mostra nelle parti trasparenti degli animali viventi, per esempio, il mesenterio dei mammiferi, l'ala dei vespertilli, la membrana natatoia delle rane, la coda delle salamandre, le branchie del proteo, le natatoie dei pesci, il corpo di certi embrioni in parte almeno trasparenti, come quelli degli uccelli e dei pesci, finalmente quello delle larve di salamandre. Ma se, invece della luce refrattata o passante attraverso l'oggetto, adoprasi la luce diretta, quella che cade sopra quest'ultimo, puossi far la stessa osservazione ovunque dove i vasi sono delicatissimi e non coperti da massa opaca. Gruithuisen (1) pretende eziandio che cercando di discoprire stelle ad occhio nudo, dopo il tramontare del sole, siagli accaduto di scorgere i globetti del sangue del suo proprio occhio, sotto forma di piccoli corpi rilucenti, il cui movimento diveniva più rapido quando la sua circolazione acceleravasi in conseguenza di uno sforzo; ma ciò erano certamente illusioni, dappoichè non si può pensar a cercare nell'occhio i mezzi d' ingrossamento necessarii per iscorgere i globetti del sangue; d' altronde le vescichette ammesse da Gruithuisen nel sangue sembrano non essere che bolle di aria (§. 665).

I. Secondo Grimaud (2), credeva Capilupi che il sangue non fosse

(1) *Medizinisch-chirurgische Zeitung*, 1822, *t. I*, *p.* 311.
(2) *Corso compiuto di fisiologia*, *t. II*, *p.* 93.

già liquido nel corpo vivente, e che esso vi rappresenti un tessuto fibroso costituente una parte dei vasi. Tale ipotesi non si merita confutazione. Rosa riguardava la sierosità trasparente del sangue come aria (1), e Doellinger (2) pretendeva che la esistenza di simile liquido fosse non solo incerta, ma eziandio improbabile, non lasciando i globetti pressati gli uni contro gli altri verun vuoto fra loro, sicchè, per suo avviso, il sangue non sarebbe maggiormente liquido di un cumulo di piselli, e non iscorrerebbe già come acqua, ma come sabbia in un oriuolo a polvere. Emettendo siffatta congettura, l'ingegnoso Doellinger non volle tanto presentarla quale opinione stabilita, quanto mostrare con un esempio non doversi ammettere cosa veruna, nella sfera delle nostre cognizioni acquistate mediante i sensi, che non cada immediatamente sotto questi ultimi. La sierosità del sangue non è certamente più visibile, atteso la sua trasparenza di quello che l'acqua contenuta in un bicchiere, ma gli altri fenomeni ci autorizzano a concludere che essa vi esista. Osservando i vasi capillari, massime quando la circolazione si fa lentamente, scorgesi i globetti del sangue distinti gli uni dagli altri e separati da intervalli più o men grandi, cui un fluido gazoso o liquido deve riempire, dappoichè i globetti vi si muovono con agilità. Ora il movimento di questi globetti non è nè una caduta, come quella della sabbia entro un oriuolo a polvere, nè una ruotazione, come quella dei piselli scorrenti gli uni sugli altri, ma una nuotazione; devono quindi muoversi o nell' aria o nell' acqua, vale dire o nuotare o volare. Quando il sangue fermasi in un ramo, i globetti che vengono dopo retrogradono già nel ramo e prima di essere giunti al luogo della stasi (3). Doellinger vide un globetto, una delle cui estremità era aggrappata alla parete vascolare, nuotare colla estremità opposta secondo il ritmo dell'onda di sangue (4). Allorquando un tronco vascolare stette per alcun tempo senza ricevere sangue, e che ricomincia, ad esempio, dopo il cessare della compressione, o dopo il ritorno dei battiti del cuore, a spingere questo liquido nei vasi capillari, i globetti del sangue rientrano in movimento prima di essere stati toccati o spinti da quelli che vengono dal tronco (5); deve quindi esservi tra loro un liquido, il quale, posto esso

(1) *Giornale per servire alla storia ragionata della medicina di questo secolo, t. I, p.* 268.

(2) *Was ist Absonderung, und wie geschicht sie? p.* 21.

(3) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 83.

(4) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen, t. VII, p.* 184.

(5) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 181.

stesso in movimento, gli strascini. Non puossi ammettere una corrente di aria, giacchè prescindendo da tutti gli altri argomenti che sorgerebbero contro questa ipotesi, non sorte già aria libera da un vaso aperto: scorgiamo, all' opposto, nelle gocce di sangue testè uscite, oltre i globetti, un liquido trasparente e privo di colore, che è esso stesso invisibile, ma che i suoi limiti rapporto al vetro sopra cui posa fanno rimarcare. Talvolta eziandio esce, per l'apertura di un vaso, certo liquido privo di colore e senza globetti. Le correnti più considerabili non presentano già intervalli, a dir vero, posciachè i globetti del sangue sono opachi; ma siccome questi globetti non sono cubi esattamente adattati gli uni agli altri, devono esservi ovunque interstizii. Possiamo adunque considerare come provata la esistenza della serosità del sangue.

II. Nè è men certa la esistenza dei globetti del sangue. Li vediamo nell' interno dei vasi del pari che nel sangue testè uscitone, ed osserviamo che quando la circolazione si ferma e la vita si estingue, essi perdono la loro forma particolare nei vasi, sicchè disparvero per la massima parte nel sangue che traesi da questi canali alcun tempo dopo la morte, come non se ne discopre più in quello che fu estratto durante la vita, ma conservato alla lunga. Da ciò conchiudiamo che essi fanno parte della essenza del sangue. Schultz (1) però andò più lungi; giacchè ammette la loro esistenza permanente. Avendo osservato un tremito nella corrente del sangue, l'attribuisce a certo movimento intestino degli elementi di questo liquido, che, per suo avviso, sarebbero in conflitto continuo, si trasformerebbero incessantemente gli uni negli altri, ed incessantemente eziandio si decomporrebbero, di maniera che la loro sostanza non cesserebbe neppur un istante di prodursi e di distruggersi, nè piglierebbe la forma sferica che coll'aggiunta dell'acqua, la quale gli farebbe perdere ad un tempo il suo proprio movimento. Burkhart (2) che adotta siffatta dottrina, pretende che i globetti non siano già materiali costituenti il sangue vivo, ma che devesi scorgere in essi i primi principii del grumo prodotto dalla coagulazione, che quando la vita è debole in un animale, o soltanto in una delle sue parti, essi formansi nei vasi, dacchè il sangue incomincia a morire, ma che il tremito del sangue non è colà visibile a motivo della opacità delle pareti vascolari, sebbene desso abbia a succedere, tanto nel loro interno come fuori di essi, dappoichè è la manifestazione fondamentale della vita del sangue.

(1) *Der Lebensprocess im Blute*, p. 31-36, 66.
(2) *Ueber das Blut und das Athmen*, p. 27, 43.

Questa teorica posa sopra un errore di osservazione. Quando si esamina del sangue fresco col microscopio, scorgonsi corpi ben limitati, i quali s' incrocicchiano, ascendono e discendono; e quando cessa il movimento, scorgesi, nei globetti in riposo, la stessa forma che in quelli, i quali, secondo G. Muller (1), rimangono tranquilli alla periferia di una goccia, il cui mezzo viene agitato da vivissimo movimento. D'altronde, non si ha bisogno di allungare il sangue con acqua per iscoprire questo movimento dei globetti, e basta stenderlo in istrati di mediocre grossezza. Il tremore indeterminato di cui Schultz fece la base di sua teorica, scorgesi, secondo Muller (2), in ogni liquido composto che si esamini al chiaro del sole, dopo averlo agitato, per esempio, nel latte bollito, nel muco, nella saliva, nella orina e nel caffè. Meyen (3) l'osservò altresì nel tritello di avena, e l'attribuisce al fatto che, non avendo il liquido una densità uniforme, la refrazione della luce vi cambia ad ogni istante.

Accade adunque nel sangue uscito dai suoi vasi un tremolio dei globetti, sul quale ritorneremo ancora più tardi (§. 740). Però non havvi il minimo motivo di ammettere nulla di simile nel corpo vivente, dappoichè il sangue trovasi, durante la vita, in tutt'altro stato ed in condizioni affatto diverse che sul porta-oggetto del microscopio. Migliaia di osservazioni, semplici e facili a ripetersi, provano che, in un animale pieno di vita e non ferito, per esempio, nella membrana interdigitale di una rana, i globetti del sangue progrediscono in modo uniforme per certa determinata direzione, senza forviare minimamente, nè attrarsi gli uni cogli altri. Non si scorge il minimo vestigio della specie di coruscazione tremolante di cui parla Schultz. Questa teorica non si appoggia dunque a verun fatto. D'altronde, considerata in sè stessa, essa è insostenibile. Che alcune parti omogenee si attraggano per una forza inerente, che si confondano insieme, e che senza formare masse più voluminose, si separino nel medesimo istante, sono altrettante idee inconciliabili con quelle che la esperienza ci procurò sull'attrazione e la ripulsione, sopra la sintesi e l'analisi dei corpi, oltre che, in niun luogo della natura, rinviensi nulla di analogo.

È certo adunque, come lo dice eziandio Muller (4), che il sangue vivente e circolante si compone di serosità e di globetti concreti.

(1) *Isis*, 1824, *p.* 288.

(2) *Ivi*, *p.* 274. — *Berzelio*, *Jahresbericht der Schwedischen Akademie der Wissenschaften*, *p.* 79.

(3) *Isis*, 1828, *p.* 407.

(4) *Isis*, 1824, 287.

1.° Secondo la osservazione già fatta da Hewson (1), poi raffermata da Prevost e Dumas (2), i globetti del sangue hanno la stessa forma ed il medesimo volume nei vasi del corpo vivente che all'esterno di siffatti serbatoi. Wedemeyer (3) pretende che essi compariscano sempre più grossi in quest'ultimo caso.

2.° Nuotano dessi a lato ed in seguito gli uni degli altri, senza esercitare azione mutua sensibile, senza perdere la loro propria delimitazione. Solo quando il movimento del sangue si ferma, per la diminuzione dell'attività vitale e la intermittenza dei battiti del cuore, o per la violenza della infiammazione, essi contraggono aderenza insieme e si confondono in una sola massa; ma se il cuore ricomincia a battere, o se la infiammazione scema, essi disgregansi, e rimettonsi a nuotare, separati gli uni dagli altri, come prima. Questi fenomeni, che furono osservati durante la intermittenza del polso, da Haller specialmente (4) e Wedemeyer (5), nelle infiammazioni da Kaltenbrunner, e nella compressione delle vene da Baumgaertner(6), sono i soli che abbiano somministrato esempii avverati di unione e di disunione dei globetti del sangue. Leeuwenhoek, che ammetteva fosse ogni globetto composto di sei sfere, risultante altresì ciascuna di sei sferette (7), credeva averli veduti dividersi in queste diverse particelle (8). Sebbene fosse questa semplicemente una ipotesi, pure Boerhaave, Gorter e Wanswieten l'adottarono, per farne l'applicazione alla teorica dei fenomeni patologici (9). Pretende Mayer (10) aver osservato di frequente, nell'embrione delle pecore, che due piccoli globetti si riuniscano in altro più grosso, il quale continuava a camminare nella stessa direzione; se pur non si trattasse in ciò delle bolle di aria (§. 665), il fatto non potrebbe probabilmente riferirsi che ai casi di stasi del sangue.

3.° Accade talvolta ai globetti del sangue di ripiegarsi o di dilungarsi maggiormente nella corrente, fenomeno da Weber (11), per esempio, osservato sopra i girini delle rane; e siccome non tardano a riprendere

(1) *Experimental inquiries*, *t. III*, *p.* 28.
(2) *Biblioteca universale di Ginevra*, *t. XVII*, *p.* 298.
(3) *Untersuchungen ueber den Kreislauf des Blutes*, *p.* 354.
(4) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 189.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 195.
(6) *Beobachtungen ueber die Nerven und das Blut*, *p.* 181.
(7) *Philosoph. Trans.*, 1674, *p.* 23, 121.
(8) *Ivi*, 1700, *p.* 556.
(9) *Haller*, *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 64.
(10) *Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe*, *p.* 71.
(11) *Anatomie des Menschen*, *t. I*, *p.* 159.

la loro forma primitiva, questo effetto sembra dipendere da un'azione meccanica esercitata sopra di essi e dalla loro elasticità (§. 664, 9.°). Lo si osservò specialmente di frequente nei siti ove la corrente cambiava ad un tratto di direzione. Per tal guisa Haller (1) e Spallanzani (2) videro i globetti, uno piegarsi, l'altro allungarsi nelle tortuosità di un vaso. Riscontrò altresì Schmidt che essi flettevansi al momento di passare in un ramo laterale (3), e Doellinger fece la stessa osservazione sui globetti che entravano isolati in una piccola corrente rapida, e che erano ad un tempo costretti cambiar direzione (4). Non si sa già per anco se essi comportano nei piccoli vasi una compressione che li renda più sottili. Haller non potè mai veder simil cosa (5). Reichel (6) pretende che siano rotondi nelle rane, ed assumano soltanto nei capillari la forma bislunga, cui conservano altresì in parte nelle vene; Wedemeyer (7) afferma la stessa cosa; ma i globetti della rana sono sempre ellittici, tanto nel sangue arterioso quanto nel sangue venoso. Dice Hunter che essi assumono la forma ellittica attraversando i piccoli vasi. Assicura Wedemeyer (8) aver fatta eguale osservazione. Doellinger li vide egualmente talvolta ad allungarsi nei capillari maggiormente delicati, ove essi non penetrano più che uno per uno; ma assicura che si scorgono più spesso allora rivolgersi in maniera da formare un angolo retto coll'asse della corrente, locchè annuncia essere lo spazio ancora sufficiente per loro, e che le pareti del vaso non possono comprimerli. D'altronde, non osservò egli siffatto allungamento che nella corrente venosa, là specialmente ove è più rapida, vale dire in vicinanza di un ramo, ed egli la riguarda quale indizio della tendenza comportata dai globetti ad unirsi gli uni cogli altri.

4.° Dobbiamo inoltre far qui menzione delle diverse ipotesi che furono immaginate relativamente alla sostanza dei globetti del sangue, la quale può essere eterogenea od omogenea; nel primo caso, può risultare liquida nel centro e solida nella circonferenza (5.°), o molle all'esterno e soda nell'interno; nel secondo (6.°), quello di sostanza solida ovunque, il centro e la periferia possono essere separati (7.°), come un nocciolo ed

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 179.
(2) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 177.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 29.
(4) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, *t. VII*, *p.* 181.
(5) *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 58.
(6) *De sanguine, ejusque motu experimenta*, *p.* 19.
(7) *Loc. cit.*, *p.* 229.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 221, 351.

il suo involucro, od avere una densità diversa (8.°), e finalmente non differire l'uno dall'altro (9.°).

5.° Se l'esterno è solido, o vescicoloso, il contenuto può essere gazoso o liquido.

Dimostrò Haller (1) che i globetti non sono bolle di aria (§. 665), perchè costituiscono la parte più pesante del sangue, che non acquistano mediante il calore un volume più considerabile di quello che essi hanno a freddo, e che non cambiano forma sotto il recipiente della macchina pneumatica.

Weiss e Poli pensano che essi contengano un liquido (2). Ma quando si lacerano, non iscorgesi mai sfuggirne liquido; chè anzi ben lontani da ciò, quando si dissolvono, lasciano un nocciolo solido.

Malpighi (3) che gli aveva scoperti nella corrente venosa del mesenterio, li riguardava come vescichette adipose; ma essi disciolgonsi nell'acqua, e non sono maggiormente combustibili delle altre parti del sangue.

6.° Ackermann (4), avendo collocato una rana sotto il recipiente della macchina pneumatica, vide, nella sua membrana interdigitale, i globetti del sangue sparire quando egli faceva il vuoto, ed innalzarsi alcune bolle di aria; d'onde concluse che i globetti sono granellazioni di albumina circondate da particolare atmosfera (*aura oxygena*). Ma siccome si espose spesso il cuore all'azione del vuoto senza che i globetti sparissero, la osservazione microscopica precedente, cui non puossi d'altronde ripetere senza grandi difficoltà, è probabilmente erronea. Non bisogna perdere di vista, inoltre, che un gas non può essere quello che determini i limiti e la forma di una sostanza solida.

7.° Abbiamo già fatto precedentemente osservare (§. 666, 1.°) che, secondo molti osservatori, il globetto del sangue è composto di un nocciolo e di un involucro, ma che questa distinzione di parti non risulta che da un principio di decomposizione. Esaminando le granellazioni contenute per anco nel sangue che circolava, Kaltenbrunner non riconobbe verun vestigio di nocciolo nè d' involucro, e tutti gli parvero essere costantemente una massa omogenea (5). Sotto questo aspetto, le mie osservazioni si accordano colle sue. A ragione quindi sostennero Blumenbach,

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 65, 180. — *Elem. fisiol.*, *t. II*, *p.* 60.
(2) *Schmidt*, *loc. cit.*, *p.* 29.
(3) *Hewson*, *Experimental inquiries*, *t. III*, *p.* 26.
(4) *De combustionis lentae phaenomenis*, *p.* 8.
(5) *Froriep*, *Notizen*, *t. XVI*, *p.* 307.

Hodgkin e Lister (1), Blainville (2), Raspail (3) e Wedemeyer (4), che i globetti del sangue sono masse omogenee. Wedemeyer rimarcò, nelle rane, che il nocciolo più carico sembrava spesso essere già indicato nell' interno stesso dei vasi, mai però nello stesso grado come nel sangue stravasato ed esposto da qualche tempo all' aria (5). Vide altresì nella salamandra, che quando il sangue incominciava a fermarsi, formavasi un nocciolo rotondo, di color carico e circondato da un anello chiaro (6).

8.° Però si può ammettere inoltre esservi ineguaglianza di densità tra i diversi strati del globetto, all' incirca come nella sfera vitellina (§. 340, 2.°) o nel cristallino. Non puossi dubitare che la densità della superficie sorpassi quella dell' interno, dappoichè è precisamente questa differenza che costituisce la essenza della delimitazione; qualunque parte, per quanto molle essa sia, presenta maggior coesione alla sua superficie; ogni goccia di acqua vi oppone maggior resistenza ai corpi estranei che nel rimanente di sua massa, e gli stessi vapori assumono la forma di vescichette. Per tal guisa, come dicono Hodgkin e Lister (7) vedonsi i globetti del sangue, il cui margine fu danneggiato, aderire gli uni agli altri, ciò che d' ordinario non fanno prima. Ma i cambiamenti che essi d'altronde comportano sembrano annunciare che la sostanza situata immediatemente al disotto della superficie è più lasca, e che la densità va sempre aumentando verso l' interno. La disseccazione fa increspare e corrugare la sostanza periferica, che, immersa nell'acqua, l'assorbe, vi si gonfia e vi si discioglie. Vide Schmidt (8), in alcuni pesci ed uccelli, quando il globetto erasi gonfiato nell' acqua, il nocciolo divenir mobile e scorrente nel suo involucro. Secondo Kaltenbrunner, l' involucro si discioglie prestamente, ma il nocciolo non isparisce mai, la qual cosa fa sì che scorgansi di frequente certi noccioli nudi, mai però involucri vuoti. Wedemeyer rinvenne talvolta, nelle rane (9) e salamandre (10), entro ai vasi, alcuni globetti più piccoli, che erano forse noccioli di globetti fermati durante il loro corso e per metà

(1) *Ivi*, *t. XVIII*, *p.* 241.
(2) *Corso di fisiologia generale*, *t. I*, *p.* 214.
(3) *Sist. di chimica organica*, *p.* 371.
(4) *Untersuchungen ueber den Kreislauf des Blutes*, *p.* 353.
(5) *Ivi*, *p.* 346.
(6) *Ivi*, *p.* 352.
(7) *Loc. cit. p.* 245.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 29.
(9) *Loc. cit.*, *p.* 346.
(10) *Ivi*, *p.* 353.

distrutti dalla dissoluzione. Però tutti questi fatti non provano già peranco che esista fin dapprincipio la ineguaglianza di densità.

9.° Siccome, all' opposto, non si scorge primordialmente veruna differenza di parti (8.°), ne sembra più verisimile che nello stato di vita il globetto del sangue contenga parti solide e parti liquide ripartite in maniera uniforme; e che, quando muore, queste parti si separino, i solidi riunendosi per produrre un nocciolo centrale, mentre i liquidi divengono predominanti alla periferia e circondano il nocciolo; non essendo più attirati dalle parti solide di quest'ultimo, dispiegano la loro affinità per le cose esterne, assorbono aria ed acqua, e vi si dissolvono quando l'una o l'altra diventano abbastanza abbondanti. Questa ipotesi coincide con quelle proposte da Wedemeyer (1) e Blainville. La rende poi più probabile di ogni altra, il darci essa una immagine della coagulazione del sangue; giacchè la massa è la espressione delle loro molecole, e, per tal maniera, possiamo concludere che esista in queste ultime la stessa modalità di morte o di abbandono della vita che osserviamo immediatamente nell'altra.

b. *Stato chimico delle parti del sangue.*

§. 689. Vedemmo che il sangue vivente, esistente nell' organismo, è composto di un liquido e di una sostanza solida, insolubile nel liquido, ma tenuta in sospensione da esso, atteso la sua riduzione in molecole di somma tenuità; ne rimane determinare come i tre principali materiali immediati del sangue sono ripartiti in queste due sostanze.

I. Siccome il sangue separasi, fuori del corpo, in un liquido, il siero, ed una sostanza solida insolubile in questo liquido, il crassamento, nulla torna più naturale quanto ammettere identità, da una parte, tra il siero del sangue tratto dai vasi e la sierosità del sangue, dall'altra, fra il crassamento ed i globetti. Il siero è un liquido privo di colore, quanto la sierosità del sangue, e circonda il crassamento, come questo involge i globetti. Il rossore del cruore annuncia che il cruore risiede nei globetti. Però non conosciamo già la fibrina allo stato liquido, ma soltanto sotto forma solida od allo stato di coagulazione; sarà adunque essa già solida nel sangue, ma estremamente divisa e sospesa, e siccome essa forma la base del crassamento, nel quale il cruore si accumula in ragione della sua affinità adesiva, lo stesso rapporto tra le due sostanze avverrà eziandio nei globetti del sangue. Siccome i globetti del sangue perdono di leggieri la loro

(1) *Loc. cit.*, *p.* 352.

materia colorante nell'acqua, questa risiede probabilmente alla loro superficie, ed i piccoli globetti privi di colore che scorgonsi talvolta, sono verisimilmente i noccioli fibrinosi. La coagulazione consiste adunque unicamente nel rapprendersi la fibrina, che fin allora era formata di globetti distinti, in una massa fibrosa, alla quale il cruore aderisce, nella guisa stessa che dapprima esso aderiva ai globetti.

Questa teorica fu per la prima volta indicata da Hewson nelle sue opere postume (1); fu però Home quegli che la sostenne (2); ammetteva egli che il cruore aderisca mediante muco al globetto formato di fibrina, e che si disciolga quando il muco viene sciolto dall'acqua (3); che poscia i globetti si dispongano in serie gli uni dietro gli altri, e rappresentino così la fibrina concreta. Pretese eziandio di avere osservato in modo immediato la separazione del globetto nei suoi due principii costituenti.

Una teorica cotanto comoda fu quasi generalmente adottata. Annoverò dessa specialmente fra i suoi partigiani Edwards, Prevost e Dumas. Wedemeyer stesso (4) stabilì qual fatto che l' involucro colorato si discioglie in venti parti di acqua, e che il nocciolo privo di colore cade al fondo del vaso. Però tutte siffatte asserzioni appoggiansi più sopra congetture che sopra fatti avverati ed incontrastabili, come già risulta da ciò che si disse precedentemente (§. 666) riguardo alla decomposizione dei globetti del sangue.

II. Non possiamo ammettere la identità del siero e della sierosità del sangue, del crassamento e dei globetti, pei seguenti motivi:

1.° La serosità del sangue è perfettamente priva di colore e limpida come acqua nell' interno dei vasi; il siero non possede mai tali qualità, giacchè presenta sempre un colore giallastro. I materiali costituenti sembrano adunque essere combinati in modo più intimo nella prima.

2.° Non è già provata la impossibilità della forma liquida della fibrina. Se non abbiamo il potere di ricondurre allo stato liquido, senza scomporla, la fibrina tolta a del sangue coagulato e morto, ciò non è prova che dessa non possa mai essere liquida nell' organismo. Si sa generalmente che il sangue coagulato ripassa allo stato liquido nel corpo vivente. Allorquando Dieffenbach injettava sangue nelle vene di animali viventi, dopo averlo sbattuto per qualche tempo, la sua fibrina ridotta in fibre ed in fiocchi,

(1) *Loc. cit.*, *t. III*, *p.* 119-137.

(2) *Lectures*, *t. III*, *p.* 4.

(3) *Ivi*, *p.* 28.

(4) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, *p.* 249. — *Meckel*, *Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 356.

ritornava probabilmente liquida, dappoichè gli animali sopravvivevano all' operazione. Il cruore presenta fenomeni analoghi. Quando i globetti del sangue sono confusi insieme fuori del corpo, non puossi, giusta la osservazione già praticata da Hunter, restituire loro con niun mezzo la forma che essi avevano primitivamente; mentre non è cosa rara che, nei vasi dell' animale vivente, essi staccansi senza aver comportato verun cambiamento, dalla massa cui avevano prodotto mediante la loro agglomerazione, allorquando il corso del sangue, fin allora interrotto, si ristabilisca (§. 690, 2.°).

3.° La fibrina forma, secondo Denis, 0,002 del sangue, ed il cruore 0,181, vale dire che essa sta ad esso nella proporzione di 1 : 72. All' opposto, secondo Home, l' involucro colorato starebbe al nocciolo fibrinoso come 1 : 4.

4.° I globetti del sangue degli animali senza vertebre, per esempio, dei molluschi e dei crostacei, si separano egualmente, allorquando si decompongono, in un nocciolo ed un involucro (1). Ma qui siffatto involucro non può essere costituito dalla materia colorante, dappoichè il sangue è privo di colore. Hewson (2) trovò eziandio, nel gambero di mare, o gammaro, che gli involucri erano più considerabili, in proporzione ai noccioli, che negli animali vertebrati.

5.° Giusta le osservazioni di Muys, Hewson, Hodgkin ed Lister, i globetti del sangue possono riunirsi insieme senza che sia perciò necessario, come pretende Home (3), che il loro involucro si dissolva. Osservò Kaltenbrunner che, quando essi sono ravvicinati gli uni agli altri in gran numero, si attaccano insieme formando un grumo, la cui opacità non permette distinguere se sia unicamente composto di noccioli o no (4).

6.° Non è dimostrato, almeno in guisa da non lasciar luogo al dubbio, che le fibre del crassamento risultino di globetti posti in serie gli uni dietro gli altri (§. 676, 3.°). Quando pure la cosa fosse provata, non ne seguirebbe già che i globetti cui scorgonsi dopo la dissoluzione parziale delle granellazioni del sangue, siano composti unicamente di fibrina, dappoichè i globetti della sostanza nervosa, che scorgonsi in modo assai più distinto, sono composti unicamente di albumina. Inoltre, dicesi aver veduti

(1) *Weber, Anatomie des Menschen, t. I, p.* 150.
(2) *Loc. cit., t. III, p.* 40.
(3) *Weber, Anatomie des Menschen, t. I, p.* 151.
(4) *Froriep, Notizen, t. XVI, p.* 307.

globetti rotondi nella fibrina di uccelli, di rettili e di molti pesci, sebbene i noccioli dei globetti del sangue siano ellittici in questi animali (1).

7.° Giusta la teorica di cui ragionasi, il cruore aderente al crassamento dovrebbe comporsi d'involucri lacerati, ed è ciò effettivamente quanto dice Hunefeld (2), perchè egli non vi rinvenne già globetti di sangue. Ma quest' ultima circostanza deve essere attribuita unicamente all'essere stato, prima dell' esame, mescolato il cruore con acqua. Accordano Prevost e Dumas che scorgansi tuttavia molti globetti non decomposti nel crassamento fresco; la verità è che non puossi scoprire veruna traccia di dissoluzione di un solo fra questi corpuscoli. Allorquando, essendo la coagulazione compiutamente finita, dieci ore e più dopo la uscita del sangue dai vasi, si spreme il cruore dal grumo, vi si trovano globetti così numerosi e così ben conformati che prima della congelazione, e non vi si scorge verun involucro vuoto ned alcun lembo d' involucro. Siffatto cruore, consistente in globetti compiuti del sangue, si discioglie poscia nell' acqua, senza lasciar veruna traccia di fibrina coagulata. Wedemeyer (3) ha sbattuto del sangue fresco per un' ora, in capo al quale tutta la fibrina era coagulata, e non formavasi più grumo; ma la parte liquida del sangue conteneva i globetti ordinarii. Quando si fa seccare rapidamente una goccia di sangue, e che poscia la si rammollisca con acqua, trovasi della fibrina coagulata e dei globetti, i quali non comportarono verun'alterazione. Così in niuna circostanza, la coagulazione della fibrina non si mostra dipendente da una decomposizione dei globetti del sangue.

8.° Il cruore, che consiste in globetti del sangue non decomposti, non si coagula già da sè stesso, come la fibrina, ed in generale si comporta esso altramenti di quest' ultima sotto l'aspetto chimico.

9.° Il sangue mestruo contiene grandissima quantità di cruore, con globetti perfetti, e tuttavia non vi si rinviene che poco o nulla di fibrina.

III. La teorica in cui si ammette siffatto partaggio dei materiali del sangue pecca adunque per la base, e se riflettiamo che la separazione in crassamento e siero non si riferisce che alla morte del sangue, troviamo concepibilissimo che non avvenga nulla di simile nel sangue vivente. All'opposto riscontriamo alcune circostanze, le quali provano e che i globetti del sangue contengono una parte della serosità, e che la sierosità contiene una porzione di crassamento.

(1) *Weber, loc. cit., t. I, p.* 152.
(2) *Physiologische Chemie, t. II, p.* 48.
(3) *Untersuchungen, p.* 250.

10.° Il sangue che scorre nei vasi è molto più ricco in globetti che in sierosità, e tuttavia, fuori del corpo, troviamo più siero che crassamento. Segue da ciò che i globetti contengono in sè una parte della sierosità e che la lasciano scappare quando incominciano a decomporsi. Doellinger (1) chiamò pel primo l'attenzione sopra questa circostanza e Kaltenbrunner dà come fatto osservato, che i globetti lasciano trasudare del siero allorquando contraggono aderenza gli uni cogli altri. Schmidt (2) presume che sia principalmente la loro periferia quella che si converte in siero, per ciò che nei pesci, presso i quali il siero separasi rapidissimamente, la parte periferica dei globetti del sangue si discioglie altresì in maniera quasi istantanea. Aggiungiamo inoltre che prima della separazione in crassamento e siero, il sangue che si coagula rappresenta una massa omogenea, gelatiniforme, nella quale la sierosità sembra essere assorbita ed incatenata per intero dalle parti solide.

11.° La sierosità del sangue contiene probabilmente fibrina, come lo presumono eziandio Gruithuisen (3), Berzelio e Denis (4); giacchè dessa incomincia a coagularsi prima che i globetti si dissolvano. Le osservazioni di Haller sulla produzione dei grumi, che non possono procedere dall'albumina, ma che consistono in fibrina, come lo dimostrò l'esame delle false membrane, somministrano una prova in appoggio di tale congettura. Riscontrò Haller (5) infatti, che attorno dei vasi feriti si forma un nuvolo di liquido pallido, il quale si condensa e produce spesso un piccolo tubercolo, nel cui centro scorgesi un grumo rosso, mentre che i globetti del sangue stravasato non producono mai nube consimile. Più tardi (6) vide esso distintamente, che questo grumo è prodotto, sopra una ferita arteriosa, dalla serosità del sangue, attesochè era desso talvolta attraversato da alcuni globetti, cui facilissimamente distinguevansi. Le concrezioni che rinvengonsi nei vasi dei cadaveri, ma di cui il maggior numero non formansi che durante l'agonia e poco prima del cessare totale della circolazione, consistono ordinariamente in fibrina pura e bianca, mentre che, nel sangue tratto dalle vene, il cruore aderisce talmente a quest'ultima, che non si perviene a distaccarnela se non mediante enorme quantità di acqua. Se tali concrezioni provenissero da globetti

(1) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, *t. VII*, *p.* 186.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 39.
(3) *Beitraege zur Physiognosie*, *p.* 161.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 118.
(5) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 181
(6) *Ivi*, *p.* 220.

decomposti, la materia colorante vi sarebbe probabilmente rimasta attaccata. Torna quindi più verisimile che la fibrina siasi precipitata dalla sierosità del sangue, e che i globetti non alterati del sangue continuarono a camminare.

C. *Stato generale del sangue.*

§. 690. La ripienezza dei vasi varia non solo secondo che la massa del sangue aumenta o diminuisce, ma inoltre senza che questa massa cambi, e per effetto di stati diversi dell'attività vitale. Nei movimenti violenti e negli accessi di colera, nel calor febbrile e specialmente nelle flemmasie di certi organi interni, le arterie sembrano più piene al tatto, le vene protuberano vieppiù, la pelle è rossa, gonfia e calda per tutto il corpo; ora non troviamo verun fatto, il quale provi sia la quantità del sangue diminuita proporzionalmente nei visceri sottratti alla nostra osservazione immediata. Nel freddo, sotto la influenza del timore e dello spavento, durante la sincope e nel freddo della febbre, avviene il contrario, e sebbene allora gli organi interni, per antagonismo con le membra e la superficie cutanea, ricevano più sangue del solito, non sono per ciò nello stato di esaltazione di attività vitale che riscontriamo quando l'afflusso del sangue aumenta verso un organo qualunque; lungi eziandio da ciò, l' intero organismo presenta fenomeni attestanti la diminuzione della vitalità. Se queste vicissitudini non dipendono nè dal mutamento di massa, nè dalla ineguaglianza di ripartizione, non possiamo spiegarli che mediante lo stato ora d' innalzamento ed ora di abbassamento della *forza espansiva* del sangue; lo stesso sangue deve o distendersi viemmeglio e gonfiare i vasi, o rinserrarsi ed occupare minore spazio. Ecco quanto rafferma il confronto tra lo stato di vita e quello di morte. Sul cadavere, troviamo le arterie vuote, pochissimo sangue nel cuore e nei vasi capillari, le piccole vene men piene che durante la vita, e non ostante i grossi tronchi venosi non distesi oltre misura; il sistema vascolare sembra adunque molto spazioso per la quantità di sangue esistente, ed anzi sopra questa osservazione appoggiossi Kerr (1) per negare la entrata del sangue nelle arterie e la circolazione. Tuttavia, siccome è certo che, durante la vita, il sistema vascolare intero è pieno di sangue, questo fatto prova soltanto che allora il sangue risulta più dilatato, ed occupa maggiore spazio che dopo la morte. Legò Rosa sopra un animale vivente, una arteria piena

(1) *Observations on the harveian doctrine of the circulation of the blood, p. 147.*

di sangue, la recise e lasciolla freddare ; il suo calibro trovossi allora di due terzi più piccolo, ed il sangue non riempiva che un terzo del vaso ristretto (1) ; sicchè il volume del sangue morto sarebbe a quello del sangue vivente come 1 : 9, se le misure prese da Rosa erano perfettamente esatte e certe.

2. QUANTITÀ DI SANGUE NELL'ORGANISMO.

§. 691. La quantità del sangue è difficile a determinarsi in un individuo, e più ancora quando trattasi di fissarla rapporto a certa specie in generale, giacchè dessa varia singolarmente secondo lo stato della digestione e della respirazione, della nutrizione e della secrezione.

1.° Nell'uomo, non si può giungere che ad una valutazione approssimativa, di cui l'enunciata presenta inoltre grandi differenze, come se ne giudicherà colla scorta dei ragguagli, nei quali entrarono su tal proposito Haller (2) ed Herbst (3). I due estremi sono otto libbre, secondo Allen Moulins, e cento libbre secondo Keil. Sul cadavere, i vasi sono contratti durante la rigidezza, ed una volta che questa sia svanita, il sangue non tarda nè a coagularsi, nè a penetrare nel tessuto delle parti solide (§. 634, 10.°). Herbst (4) valuta la quantità del sangue dalle dieci alle quattordici libbre, e pretende non esservi bisogno più di venti libbre di massa per injettare il sistema vascolare intero; ma torna difficile riempiere compiutamente i vasi capillari, e fors' anche non injettossi mai perfettamente un cadavere con tutti i suoi visceri. Volendo giudicarne colla scorta delle injezioni parziali che meglio riuscirono, e nelle quali la massa ritornò per le vene, la totalità del sistema vascolare è certamente capace di ammettere più di venti libbre. Le emorragie che avvengono con lentezza e ad intervalli non provano nulla, perchè in simil caso la formazione del sangue trovasi accelerata, e non abbiamo verun mezzo per calcolarla (5) ; ma questa medesima circostanza non ha certamente valore allorquando in poche ore, e senza che ne segua la morte, un uomo perde dieci libbre di sangue pel naso, dodici pel vomito (6), o quando, come nel caso citato

(1) *Giornale per servire alla storia della medicina*, *t. I*, *p.* 185.
(2) *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 2.
(3) *Commentat. de sanguinis quantitate*, *p.* 53.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 55.
(5) *Ivi*, *p.* 56.
(6) *Haller*, *loc. cit.*, *t. II*, *p.* 47.

da Taylor, si levano 144 oncie di sangue, indipendentemente dai purganti, per liberare un malato da certa difficoltà di respirare (1). Secondo Wrisberg, una donna morta di metrorragia, aveva perduto ventisei libbre di sangue, e si raccolsero ventiquattro libbre di questo liquido in altra donna pletorica, la quale aveva comportato il supplizio della decapitazione. Non commetteremo quindi errore valutando a venti libbre la massa totale di un uomo sano, ed ammettendo che tal massa sia al peso del corpo nella proporzione di 1 : 8.

2.° Per giudicare della quantità del sangue degli animali, si fanno perire di emorragia, aprendo simultaneamente molti vasi. Herbst tagliava, con questa mira, l'aorta, la carotide, l'arteria crurale ed i vasi polmonari. Ma la vita e la circolazione cessano prima che sia fluito tutto il sangue, e molto ne rimane nei vasi capillari. Ottiensi più esatto risultamento annegando gli animali nell'acqua mediocremente scaldata, lasciandoli in questo liquido, di cui si manterrebbe la temperatura allo stesso grado, finchè sia passato il periodo della rigidezza cadaverica, injettando allora sego nel cuore e nelle arterie, e paragonando colla quantità di materia grassa che si impiegherebbe quella del sangue che fluirebbe dai tronchi venosi tagliati. Pel presente diamo i resultati delle osservazioni di Herbst (2), nella tavola seguente, ove noi consideriamo la quantità di sangue come unità, alla quale riportiamo le proporzioni diverse del peso del corpo. Per rendere questo prospetto più compiuto, vi aggiungiamo altre valutazioni relative ad alcuni animali, sui quali Herbst non fece osservazioni.

1 : 6			Lumaca (3)
1 : 12	Bue (4).		
1 : 13			Gambero (5)
1 : 14		Tritone (6)	
1 : 16	Cane (7)	Rana	
1 : 18	Cavallo (8)	Piccione.	
1 : 20	Lepre	Fanello.	

(1) *Gerson, Magazin, t. XVI, p.* 448.

(2) *Loc. cit., p.* 46-51.

(3) *Nella lumaca delle vigne,* 1 : 5,67 e 1 : 6,11, *secondo Erman (Abhandlungen der Akademie zu Berlin,* 1816-1817, *p.* 203), *come* 1 : 9,60, *secondo Carus (Von den aeussern Lebensbedingungen, p.* 85.)

(4) 1 : 10,86, *secondo Hales.*

(5) *Giusta Carus (loc. cit.).*

(6) *Per opinione di Blumenbach (Kleine Schriften, p.* 68).

(7) 1 : 12 — 1 : 21, *giusta Herbst;* 1 : 9,60, *secondo Allen Moulins.*

(8) *A norma degli insegnamenti di Hales.*

	Capra.
	Vitello (1).
	Agnello (2).
1 : 21 . .	Volpe.
1 : 22 . .	Gatto. . Canarino
	Pecora (3).
1 : 22,5 . .	Sorcio.
1 : 23 . .	Asino (4).
1 : 24 . .	Coniglio (5).
1 : 25	Gallo.
1 : 27	Vipera (6).
1 : 29	Anitra (7).
1 : 32	Gallina.

3.° Se ammettiamo questi dati come semplici approssimazioni, e li supponiamo esatti nella loro proporzione reciproca, essi ci danno prima resultati negativi; non confermano infatti quello che altre circostanze indussero ad ammettere, cioè che i giovani animali possedano più sangue dei vecchi, gli animali selvatici più degli addomesticati, i piccoli più dei grandi, quelli a sangue caldo più degli altri a sangue freddo (8), giacchè, secondo la tavola precedente, il bue aveva più sangue del vitello, il cane più della volpe, il cavallo dell'asino, la lumaca ed altresì il mitolo, secondo Ermann, dei mammiferi e degli uccelli. È pur chiaro che la quantità della massa del sangue non è già in esatto rapporto colla perfezione della organizzazione, e che c' inganniamo attribuendo in modo assoluto minor copia di siffatto liquore agli animali inferiori che agli animali superiori. Sembra poi certo, che la quantità di sangue risulti più considerabile negli animali che hanno la sostanza del corpo molle ed impregnata di succhi, men grande, all'opposto, in quelli di costituzione secca, e che la differenza trovasi in armonia col modo diverso d' influenza esercitato dal mondo esterno. L'acqua nutre, l'aria consuma; gli animali acquatici hanno più

(1) 1 : 22, *secondo Rosa.*
(2) 1 : 20, *giusta Allen Moulins;* 1 : 22, *per opinione di Rosa.*
(3) 1 : 22, *secondo Allen Moulins;* 1 : 23, *secondo Rosa.*
(4) *Attenendoci a Rosa.*
(5) 1 : 29, *stando ad Allen Moulins.*
(6) *Il divisamento di Haller (Elem. physiol., t. II, p. 6).*
(7) *Al parere di Allen Moulins.*
(8) *Haller, Element. physiolog., t. II, p. 6.*

sangue degli animali aerei. Troviamo questo antagonismo fra i Molluschi, che rigurgitano di succhi, e gli insetti nei quali le correnti del sangue si disseccano in tanto che l'aria si sparge in tutto il loro corpo. Ne vediamo uno di simile, fra i vertebrati, fra i mammiferi anfibii e gli uccelli; i primi conformemente al loro elemento umido, hanno enorme quantità di sangue, anche nel tessuto adiposo, ed in qualunque punto del corpo praticasi un taglio, esso fluisce come da una saccoccia; all'opposto, il corpo pieno di aria degli uccelli è povero di sangue e secco. Le bestie a corni che vivono di erbe succose e consumano molta acqua, sono più pletorici del rosicchiante che vive di alimenti secchi ed ha men bisogno di acqua. La grande quantità di sangue che troviamo nell'uomo si riferisce forse altresì al suo modo normale di vita ed alla flessibilità della sua complessione, locchè sembrerebbe indicare la proporzione di questo liquido nelle donne (§§. 166, 179); ma potrebbe pur procedere dal massimo sviluppo di sua vita animale.

APPENDICE (1).

Dei globetti del sangue, dello stato della fibrina in questo liquido e dell' azione del galvanismo sopra di esso.

I. Globetti del sangue.

Le asserzioni degli autori differiscono tanto le une dalle altre in quanto concerne la forma dei globetti del sangue, che mi parve indispensabile assoggettare questo argomento ad ulteriore esame. Adoprai per ciò varii strumenti di ottica, ed in particolare un prezioso microscopio di Frauenhofer.

Allorquando voglionsi studiare i globetti del sangue, non bisogna immergerli nell'acqua, giacchè allora si vedrebbero ben altrimenti di quello che sono nel corpo vivente; l'acqua cambia la loro forma all'istante medesimo; i globetti ellitici vi diventano rotondi, e tutti vi perdono una parte del loro appianamento. Bisogna quindi fare le osservazioni sopra una goccia di sangue pochissimo densa e pura od al più allungata di siero. Per esempio, volendo esaminare i globetti della rana, adopro una goccia di siero di sangue già coagulato, e vi aggiungo una piccola quantità di una goccia di sangue fresco. L'acqua avente in dissoluzione del sale di cucina o lo zucchero, può egualmente servire, giacchè siffatte dissoluzioni non alterano minimamente i globetti. Le dissidenze relative alla forma dei globetti vanno attribuite all'uso di allungare il sangue con acqua ed all' impiego di cattivi strumenti.

Trovai che, nell'uomo, i globetti hanno per la maggior parte lo stesso volume. Alcuni sono alquanto più grossi degli altri, ma niuno gli oltrepassa del doppio. Avviene la stessa cosa eziandio nella rana. Però se ne scorgono taluni, i quali avendo d'altronde la medesima configurazione, sono alquanto più piccoli, e sembrano essere, per così dire, in procinto di formarsi. I globetti dell'embrione del coniglio mi parvero essere quelli

(1) *Quest' appendice è tutta intiera di Giovanni Muller.*

che presentano maggiore ineguaglianza; se ne scorgono certuni i quali non sono grossi la metà degli altri, mentre la massima parte pareggiano in volume quelli dell'animale adulto. I globetti dei girini delle rane sono più piccoli di quelli dell'animale perfetto.

Varia molto la forma dei globetti nei diversi animali. Però, circolari od ellitici, sono sempre piani. Rappresentano dischi rotondi nell'uomo e nei mammiferi. (Quale può essere la loro forma nell'ornitorinco?) Al pari di altri osservatori, io li trovo ellinici negli uccelli (piccione e gallina), nei rettili (rana e salamandra) e nei pesci, ove talvolta però, come nel carpio, si avvicinano alquanto alla forma rotonda, senza essere compiutamente rotondi. Rudolphi dice che quelli dei pesci sono rotondi, come gli aveva veduti io altra volta nella laccia o cheppia, allorquando non sapeva per anco ben osservare; è questo un errore d'attribuirsi all'azione dell'acqua; giacchè comprovai fare l'addizione di questo liquido passar sempre i globetti ellittici dei pesci, dei rettili e degli uccelli alla forma rotonda. Dappoi, tutti i pesci che esaminai, non eccettuata la laccia o cheppia, mi offersero globetti ellittici. Quelli dei rettili, degli uccelli, e del maggior numero dei pesci sono in generale due volte tanto lunghi che larghi. Riconobbi l'appianamento, non solo nei globetti ellittici dei pesci, degli uccelli e dei rettili, ma eziandio, nel modo più positivo, nei globetti circolari del vitello e dell'uomo; sono però a tall'uopo necessarii buoni strumenti ottici. Si può convincersene agitando sotto il microscopio una goccia di sangue allungata collo siero, coll'acqua salata, o coll'acqua inzuccherata, per guisa che molti di questi piccoli corpi si collocano sul taglio scorrendo. I globetti sono più piatti, avuto riguardo agli altri diametri, nei rettili che nei pesci; la salamandra è l'animale in cui li trovai maggiormente appianati; lo sono eziandio molto nella rana, ove hanno otto in dieci volte minor grossezza che lunghezza. Riescono altresì assai piani nella lucertola, ove il loro volume la cede alquanto a quello dei globetti della rana. Quelli della salamandra, quando sono collocati perpendicolarmente sul lato, non mostrano prominenza che s'innalzi dal mezzo delle loro due faccie laterali, ma sono appianati in modo uniforme; in quanto a quelli della rana, presentano talvolta, sopra le loro due faccie, certa elevatezza mediana, la quale non sempre torna visibile, e che li fece rassomigliare alla figura che ne diedero Prevost e Dumas.

Sebbene, come farò vedere più tardi, i globetti del sangue abbiano un nocciolo interno, questo nocciolo non protubera però alquanto allo esterno che nelle rane; sembra anzi non essere prominente in tutti gli altri animali.

I globetti ellittici degli uccelli, non sono già così piani come quelli dei rettili, ma presentano tuttavia visibile appianamento. Non ho potuto convincermi dell'appianamento degli appartenenti ai mammiferi ed all'uomo se non dopo che fummi permesso impiegare il microscopio di Frauenhofer, e dopo altresì che imparai non doversi allungare il sangue con acqua. È desso uniforme nell' uomo e nei mammiferi, i cui globetti non presentano mai elevatezza sul mezzo delle loro facce. Scorgendoli posti in costa, rassomigliansi ad un piccolo tratto oscuro e della stessa larghezza ovunque, che non è già rotondo alle due estremità, e che cessa in modo quasi repentino, come farebbe una moneta veduta sotto lo stesso aspetto. Però il confronto con una medaglia, sì di frequente adoprato, è inesato in quanto che la larghezza sorpassa molto quella di una moneta; nell'uomo i globetti sono soltanto quattro volte più sottili che larghi.

I globetti dei rettili nudi sono i più grossi che io conosca. Quelli degli uccelli e di alcuni pesci se ne avvicinano sotto l'aspetto del volume. Gli altri dell' uomo e dei mammiferi sono i più piccoli; trovai gli appartenenti al vitello alquanto più piccoli di quelli dell'uomo. Prevost e Dumas dicono che quelli della capra sono i più piccoli di tutti; io partecipo alla loro opinione su tale proposito, giacchè non ho potuto assoggettare i globetti di quest' animale ad un esame rigoroso. Nell' uomo il diametro della loro superficie piana è di 0,0002 3 — 0,00035 di pollice. Quelli degli uccelli, esaminati comparativamente con quelli delle rane, sono della metà circa più piccoli che questi ultimi; gli altri della salamandra sorpassano alquanto quelli della rana, ma non di un terzo, e sono alquanto più allungati. Gli appartenenti ai pesci sono più piccoli; così, nel carpio, ad esempio, sono un terzo, e nella laccia o cheppia, metà più piccoli che nella rana. Paragonati a quelli dell'uomo, i globetti della rana sono quattro volte all' incirca più grossi, essendo il diametro trasversale dei primi posto in rapporto col diametro longitudinale dei secondi.

Di mezzo ai globetti circolari ed ai globetti ellittici, scorgesi una macchia, rotonda nei primi, ellittica negli altri, che sembra chiara dal lato illuminato, ed oscura dal lato dell' ombra. Talvolta, verbigrazia, negli uccelli, nei rettili e nei pesci, questa macchia si rassomiglia ad un nocciolo interno, massime quando la luce è intensa e non esiste più ombra; altra volta pure, ciò che accade quando la luce riesce men vivace, essa comparisce come una elevatezza, fenomeno che osservasi specialmente nelle rane, ma di cui non rinviensi veruna traccia negli uccelli e nei pesci. Credesi scorgere più distintamente una elevatezza ellittica nelle rane, allorchè i globetti sono contenuti in poca quantità di siero, ed in tal caso sembra

altresì scorgersi un' infossamento tra l' orlo enfiato e la protuberanza ellittica. Dissi soltanto ciò che credesi vedere in diverse circostanze, e non ciò che io penso accadere realmente. Ma siccome i globetti degli uccelli, dei pesci e delle salamandre, posti in taglio, non mostrano elevatezza mediana sulle loro facce laterali, la loro macchia mediana non può essere una prominenza, e dipende dal nocciolo del globetto, di cui perviensi altresì a dimostrare la esistenza in altra maniera. Inoltre, siccome i globetti della rana, posti in piatto, presentano talvolta una elevatezza piana sopra le loro faccie laterali, bisogna che il nocciolo faccia egualmente qui una prominenza, a dir vero, poco considerabile. I globetti circolari dell' uomo e dei mammiferi, osservati mediante un buon strumento, non mostrano verun vestigio di prominenza laterale quando sono posti sul loro taglio, e giammai pure la macchia, se la si guarda dal lato di una delle faccie, non presenta l' aspetto di elevatezza. Concludendo da ciò che essi vedevano in un animale a ciò che supponevano in altri, gli scrittori fecero nascere in tal argomento grandissima confusione. I globetti del sangue dell' uomo e dei mammiferi, contemplati con buon istrumento, sembrano sempre un po' incavati dal margine verso il centro. L' ottico Young è tentato di riguardare la macchia come un vero incavo ; non dico che la cosa sia, ma sembra essere così. Allorquando i dischi sono obbliqui in guisa che scorgesi un poco di una delle due facce ed un poco del margine superiore, questo forma un semi-cerchio oscuro, converso da un lato e concavo dall'altro. Siccome risulta indubitatamente dalle mie osservazioni, cui di botto riporterò, che i globetti delle rane e delle salamandre contengono un nocciolo, il quale si comporta chimicamente in altra maniera della corteccia, siccome, inoltre, nei globetti dei pesci e degli uccelli, questo nocciolo comparisce al microscopio sotto lo stesso aspetto assolutamente che nei rettili, così è probabilissimo che i globetti dell'uomo e dei mammiferi racchiudino altresì un nocciolo, cosa di cui la loro piccolezza non permette dare la dimostrazione diretta. Però, in ogni caso, questo nocciolo non produce qui già prominenza.

Il sangue delle rane, quale si ottiene puro dallo stesso cuore, mi offerse inoltre corpuscoli di altra specie che sono molto più piccoli, e che vi si rinvengono soltanto in poca copia. Siffatti corpicelli sono rotondi, non appianati, ed all' incirca quattro volte più piccoli dei globetti ellittici. Si rassomigliano perfettamente alle granellazioni poco numerose della linfa coagulabile delle rane, tale quale la si riscontra sotto la pelle, e sono evidentemente globetti linfatici appartenenti alla linfa che si è mescolata col sangue. Forse i noccioli dei globetti sanguigni provengono dai globetti

della linfa e del chilo. Per dir vero, i noccioli dei globetti sanguigni della rana, spogliati del loro involucro mediante l'acido acetico, sono all' incirca tanto grossi quanto le piccole granellazioni sparse nel sangue e quanto quelle della linfa ; ma le ultime sono rotonde le une e le altre, mentre che i noccioli posti a nudo dei globetti sanguigni hanno forma ellittica, ed inoltre, nella salamandra, sono evidentemente appianati.

Fin tanto che i globetti del sangue sono contenuti nella serosità, la loro materia colorante non si discioglie, ma la dissoluzione di quest'ultima accade dacchè l' acqua entra seco loro a contatto. Io non ho osservato nulla che raffermi quanto dice Home intorno alla facilità colla quale i globetti del sangue si decomporrebbero. Quando il sangue dei mammiferi fu sbattuto, i globetti conservano la propria forma, e se esaminansi molte ore dopo, od anche nel domani, i migliori strumenti non fanno scorgere verun cambiamento nè nella loro forma, nè nel loro volume. In capo eziandio a ventiquattro ore, non se ne disciolse nel siero, ed il siero che formò per ventiquattro ore uno strato grosso una linea, a una linea e mezzo sopra dei globetti tenuti sospesi, è giallo e privo di colore. Il sangue sbattuto e liberato dai grumi fibrinosi bianchi, rassomiglia perfettamente al sangue naturale; i globetti vi nuotano, e non si precipitano già, se non quando molti giorni di esposizione alla temperatura di quindici gradi del termometro centigrado li determinano a raggiungere il fondo del vaso. I globetti rossi non si abbassano, in molti giorni, che di due linee e mezzo al più sotto il livello del liquore, ed in capo a questo tratto di tempo, il siero, che era dapprima senza colore, ne acquistò soltanto uno leggierissimo ; ma ove si versi acqua nel sangue sbattuto dei mammiferi, questo liquido scioglie una parte della materia colorante, ed il maggior numero dei globetti si precipitano. Nella rana, all'opposto, i globetti raggiungono il fondo nella sierosità stessa del sangue, che rimane privo di colore sopra dell'acqua, ed essi conservansi così per molti giorni, senza che avvenga il minimo cambiamento nelle loro forme o dimensioni. Per ottener dal sangue di rana un siero mescolato a globetti, tolgo il crassamento secondo che si forma, finchè esso non ne produca più, e scuoto questo crassamento nel fluido restante, acciocchè si stacchino i globetti che vi aderiscono. In tal guisa, si si procura, dopo aver ritirato il crassamento, del siero contenente molti globetti, mentre un' altra parte di questi rimane imprigionata nel crassamento. In tale stato, i globetti sanguigni contenuti nel siero possono servire a diverse esperienze, dopo di che si esamina col microscopio quali cambiamenti comportarono, mentre il sangue fresco non potrebbe essere impiegato, a motivo del crassamento che vi si produce, per certe

esperienze il cui scopo è di far conoscere la maniera colla quale i globetti comportansi con questi o quei reattivi. Fu sempre così preparato il sangue della rana usato nelle esperienze che stiamo per riferire. I globetti contenuti nel siero di sangue di rana possono essere per molti giorni conservati senza che comportino cambiamento; il siero rimane chiaro e non s' impadronisce di veruna particella di materia colorante.

Dissi che, i globetti del sangue della rana cadono al fondo, nel siero, mentre che nell'uomo e nei mammiferi, essi non si abbassano che di alcune linee al disotto del livello del sangue spogliato della sua fibrina, ma rimangono d' altronde sospesi. Questo fenomeno deve procedere dall'essere la gravità specifica dei globetti maggiore comparativamente a quella del siero, nelle rane di quello che nei mammiferi. Nel sangue infiammatorio dell'uomo, in cui la sola parte inferiore del crassamento si mostra rossa, ed ove lo strato superiore è formato di fibrina di color giallo-biancastro, costituente ciò che dicesi la cotenna *(crusta inflammatoria)*, bisogna o che la gravità specifica dei globetti sia aumentata, o che quella del siero abbia diminuito. Avvenendo l' uno o l' altro di tali casi, locchè non può essere deciso se non mediante esperienze, il fenomeno della cotenna infiammatoria si spiegherebbe benissimo. Infatti, siccome il sangue flemmasico si coagula spesso in modo sensibilmente più tardivo che quello degli individui sani, i globetti rossi hanno tempo di abbassarsi al disotto del livello prima che la fibrina priva di colore disciolta nel sangue siasi coagulata, sicchè allora la parte superiore del crassamento deve divenir bianca. Ma proverò più tardi esservi realmente della fibrina disciolta nel sangue.

Allorquando dopo aver preparato, come dissi, un miscuglio di globetti e di siero della rana scevri da grumi fibrinosi, vi si versi acqua, e poscia si agiti il tutto, la materia colorante dei globetti si scioglie poco a poco nell' acqua e finisce col rimanere nel fondo del vetro da orinolo un sedimento bianco, composto di globetti rotondi, quattro volte più piccoli di quelli del sangue; siffatto deposito non è già solubile nell'acqua. Giova aggiungere molta acqua per facilitare la dissoluzione della materia colorante. Si empie un vetro da orinolo del liquore così allungato, si aspetta qualche tempo, finchè i globetti abbiano raggiunto il fondo, e si immerge il vetro in altro più grande, egualmente pieno di acqua, agendo con bastevole precauzione per non rimuovere il deposito. Si lascia l'apparato in riposo per dodici in ventiquattro ore, in capo alle quali il precipitato divenne bianco, di rosso che era. Se allora lo si esamini col microscopio, non vi si scopre più verun globetto ellittico, ma infiniti corpicelli quattro volte più piccoli, la maggior parte rotondi, e di cui pochissimi sono ovali.

Osservando il deposito a varie riprese durante dodici in ventiquattro ore, puossi convincersi che la materia colorante, a misura che discogliesi nell' acqua e la colora, abbandona i globetti ellittici, sicchè questi diventano sempre più piccoli, fin al momento in cui non rimane più di essi altro che noccioli privi di colore ed insolubili nell' acqua. Puossi allora assoggettare questo deposito bianco ad ulteriori ricerche. Abbandonato a sè stesso nell' acqua, esso non si discioglie, ma finisce col formare nel fondo del vaso certa massa mucilaggiuosa, composta ancora degli stessi piccoli globetti. Gli alcali la sciolgono. L' acido acetico non l' altera già anche dopo esser rimasto alla lunga in contatto con esso. Assoggettato all' azione della pila galvanica, si comporta alla maniera di una dissoluzione di tuorlo d' uovo, come dirò più innanzi.

Berzelio fece osservare, contraddittoriamente alle asserzioni di Prevost e Dumas, che la materia colorante dei globetti del sangue si discioglie nell'acqua totalmente ed in ogni proporzione, e che essa non si limita a ridursi in piccoli frammenti che rimangono sospesi nel liquido. Puossi convincersene non solo sul sangue dell'uomo e dei mammiferi, ma eziandio, e molto più sicuramente, sui globetti della rana. La straordinaria piccolezza dei noccioli dei globetti dell'uomo e dei mammiferi non permette vedere ciò che essi diventano quando si mescolano i globetti con acqua, e l'analogia solo col sangue delle rane induce ad ammettere, quale congettura verisimile, che siffatti noccioli insolubili nell'acqua vi rimangono sospesi, allorquando, dopo aver isbattuto il sangue dei mammiferi ed averne ritratto tutto il crassamento, lo si allunga con bastevole quantità di acqua per disciogliere tutta la materia colorante dei globetti. Durante la coagulazione del sangue non isbattuto dei mammiferi, i noccioli dei globetti rimangono uniti col grumo rosso; ma chiedesi se, quando si tolse la materia colorante dal crassamento mediante il lavacro, essi non si sciolgano, per la massima parte, insieme con quella.

Sembra attribuire Berzelio la insolubilità della materia colorante nel siero all'albumina che esso contiene, ed osserva che quando l'acqua di cui si è serviti per lavare il crassamento depone materia colorante, questa proviene dal siero rimasto aderente. Sono pur io interamente dell'avviso che la materia colorante dei globetti è solubile nell'acqua in ogni proporzione; ma credo che la non solubilità di questa materia nel siero dipenda meno dall'albumina che dai sali da quest'ultimo tenuti in dissoluzione. Infatti, allorquando, dopo aver posto una goccetta di sangue di rana sul porta-oggetto del microscopio, vi aggiungeva alcune gocce di una dissoluzione acquosa di tuorlo di novo, vedeva i globetti cambiar

forma ed arrotondarsi quasi con tanta prontezza come quando adoprava acqua pura; ma, allorchè mescolava con una goccia di questo stesso sangue alcune goccie di dissoluzione di un sale cui il sangue non iscompone, per esempio, di sotto-carbonato di potassa o di cloruro di sodio, la forma ed il volume dei globetti non cambiavano minimamente. L'acqua inzuccherata opera pure alla maniera dell'acqua salata. La natura dei globetti del sangue è singolarmente rischiarata dalla maniera con cui essi comportansi verso differenti reattivi, locchè non si osserva nettamente, col microscopio composto, se non che sopra i globetti voluminosi della rana e della salamandra. Puossi, a tal uopo, pigliare alcune gocce di sangue di rana fresco; ma siccome vi si forma un grumo, il meglio è di adoprare un semplice miscuglio di siero e di globetti preparati come si disse precedentemente.

Si distende una goccetta di tal miscuglio sul porta-oggetto, ed a lato di essa se ne mette una del reattivo cui vuolsi adoprare. Mentre si osserva, unisconsi le due goccie insieme, ed esaminasi quali sono i cambiamenti che i globetti comportano. Oppure contemplansi dapprima i soli globetti, si aggiunge poscia il reattivo, ed osservasi di nuovo. È questo il metodo che sempre usai nei miei esperimenti.

Un fenomeno osservabilissimo consiste nel cambiamento istantaneo che l'acqua pura induce nei globetti; quelli dell'uomo diventano indiscernibili, e la loro piccolezza non permette più di scorgere cosa veruna; credo però aver riconosciuto che essi perdono il proprio appianamento. Infatti, mi tornò impossibile, fra i corpuscoli che passavano sul campo del microscopio, di distinguerne veruno che lasciasse vedere un orlo tagliente cambiando di situazione. Ma il tutto scorgesi benissimo nel sangue delle rane. Dacchè una goccia di acqua entra in contatto con una goccia di sangue, all' istante medesimo, i globetti di ellittici e piani che erano, diventano rotondi e perdono il loro appianamento, sicchè non ve ne ha più uno solo che presenti taglio ruotolando sopra sè stesso. Non so se allora essi si gonfiano; diventano più piccoli di quanto lo era il gran diametro della ellissi, ma più grandi del suo piccolo diametro. Molti di essi compariscono ineguali, bernoccoluti e torti; il maggior numero sono rotondi, però irregolarmente. Il nocciolo di un gran numero cambia sito pel contatto dell'acqua; non lo si scorge più al centro, ma sul lato; in altri non lo si distingue più affatto, ma quelli sono in piccolo numero e sembrano aver perduto il loro nocciolo in conseguenza del violento cambiamento che l'acqua fece ad essi comportare; giacchè scorgesi nel campo del microscopio, oltre dei globetti senza noccioli, dei

noccioli ellittici senza involucro, ma poco numerosi. Siffatti noccioli scacciati dai globetti differiscono dalle piccole granulazioni del sangue di rana di cui parlai superiormente, per la loro forma ellittica. Poco a poco quando si aggiunge ancor acqua, i globetti divenuti rotondi, e di cui la maggior parte serbarono il proprio nocciolo, cambiano di volume, s' impiccoliscono sotto gli occhi dell'osservatore, ed in capo a qualche tempo, non ne rimangono più che i noccioli, i quali non si dissolvono già nell'acqua. Feci osservare che l'acqua tenente in dissoluzione del sotto-carbonato di potassa, del cloruro di sodio o dello zucchero, non determina il minimo cambiamento nella forma come neppure nel volume dei globetti. Se pongonsi i globetti del sangue di rana a contatto coll'acido acetico allungato o concentrato, sotto il microscopio, essi si deformano sull'istante, diventano in parte rotondi ed il loro involucro di materia colorante si discioglie nello spazio di alcuni minuti, sicchè non rimangono più altro che i noccioli ellittici. Siffatti residui non sono già globetti contratti, ma sibbene realmente i noccioli non alterati, che scorgevansi già prima, ed attorno dei quali l' involucro di materia colorante si assottiglia in modo visibile, finchè essa sia totalmente disciolta. Siffatti noccioli corrispondono ai contorni del globetto intero. Nella rana, essi compariscono non essere piatti, almeno notabilmente ; nella salamandra, all'opposto, vidi i noccioli che rimanevano dopo il trattamento coll'acido acetico tanto piatti quanto gli stessi globetti. Nella rana, essi sono all' incirca una volta tanto lunghi che larghi, sebbene se ne trovino pure alcuni, i quali si avvicinano maggiormente alla forma rotonda; nella salamandra, sono bislunghi ed hanno lati quasi paralleli, ma le loro due estremità risultano rotonde.

Versando certa quantità di acido acetico in un miscuglio di siero e di globetti di rana, ed agitando il tutto, i globetti comportano lo stesso cambiamento ; però scorgesi altresì che i noccioli, i quali si depongono formano una polvere bruno-chiara ; questa polvere, non si discioglie già in molti giorni, ed il microscopio comprova che essa risulta per anco composta degli stessi noccioli non alterati di globetti. D'altronde la fibrina e l'albumina non abbruniscono già nell'acido acetico, vi diventano pellucide, e poco a poco in parte si dissolvono. Però il color bruno della polvere sembra procedere da una piccola quantità di materia colorante che vi aderisce ancora e che forse comportò qualche cambiamento nella sua chimica composizione ; giacchè i noccioli dei globetti che ottengonsi in maggior quantità mediante il trattamento di questi stessi globetti coll'acqua, sono bianchi, e tali rimangono quando vi si versi sopra acido acetico. L'acido di cui mi sono servito era puro, giusta la indicazione dei

reattivi, ed alquanto più concentrato di quello della farmacopea prussiana (*).

L'acido idroclorico discioglie rapidissimamente i globetti del sangue, sotto il microscopio, rimanendone soltanto i noccioli.

Nel cloro gazoso, i globetti della rana divennero dapprima bruni, poi bianchi; l'albumina del siero si coagula nello stesso tempo. Esaminati poscia col microscopio, i globetti sembrano alquanto impiccoliti, ma soltanto pel rinserramento sopra di sè stessi.

Il cloruro di antimonio liquido e la soluzione di deutocloruro di mercurio non disciolgono nè l'involucro, nè il nocciolo dei globetti; essi non fanno che ristringere e deformare questi ultimi.

Opera nella stessa maniera la tintura di noce di galla.

La dissoluzione allungata di cloruro di ferro non produce nei globetti verun cambiamento.

La dissoluzione di potassa caustica non cambia la forma di questi corpuscoli; ma gl'impiccolisce in tutte le loro dimensioni, per modo che non solo l'involucro, ma eziandio il nocciolo si disciolgono rapidamente, senza lasciare veruna traccia.

L'ammoniaca liquida li discioglie ancora più prestamente e gli arrotondeggia nel momento stesso del contatto. Gli stessi noccioli si disciolgono senza che ne rimangano vestigie.

L'alcoole non cangia i globetti, solo li ristringe alquanto, e li sottrae alla osservazione, atteso i globetti di albumina che produconsi nel siero, e che oscurano il campo del microscopio.

La stricnina e la morfina non esercitano veruna azione sui globetti.

I globetti hanno la stessa forma ed il medesimo volume nel sangue arterioso e nel sangue venoso. Questo fatto trovasi in contraddizione con le asserzioni di un osservatore d'altronde esattissimo, Kaltenbrunner, il quale pretende che i corpuscoli del sangue si gonfiano alquanto nei vasi capillari, e che i loro margini diventino un po' frastagliati. Rivenni altresì che la forma dei globetti non aveva comportato assolutamente veruna alterazione allorquando aveva legato, poi recisi i polmoni delle rane, che continuavano tuttavia a vivere fino a trenta ore, probabilmente per la respirazione cutanea, come i pesci nelle esperienze di Humboldt e Provenzal. Mi parve interessantissimo lo esaminare quale potrebbe essere l'azione del gas ossigeno e del gas acido carbonico sopra questi corpuscoli. Siccome l'acqua

(*) *La formacopea prussiana assegna a quest' acido la gravità specifica di* 1,050 — 1,060.

altera sull' istante la loro forma, così fui costretto impiegare il mercurio per chiudere l'apparecchio.

Mi sono servito di un tubo di vetro lungo cinque pollici e mezzo, largo quattro linee e mezzo, la cui estremità aperta poteva essere comodamente e perfettamente chiusa mediante il dito; riempii questo tubo di mercurio in guisa da non lasciarvi che un piccolo vuoto di alcune linee di altezza; versai in questo vuoto del sangue di rana, il quale per conseguenza soprannuotava sul metallo, allora otturai il tubo col dito, e lo capovolsi, per far ascendere il sangue alla parte superiore, poi diressi nel suo interno un tubo conducente gas ossigeno, cui vi lasciai penetrare finchè fosse espulsa la massima parte del metallo. Ricollocai il dito sopra l' orificio del tubo, e scossi con circospezione il contenuto (sangue, gas ed un poco di mercurio), dopo di che riposi il tutto sopra il bagno metallico.

Operai in pari modo con del gas acido carbonico.

L' ossigeno fece assumere il color vermiglio al sangue della rana; l' acido carbonico gliene comunicò uno evidentemente più carico, di violetto sucido, quasi nerastro. Il sangue si coagulò molto più tardi nell'acido carbonico che nell' ossigeno, locchè nondimeno era forse accidentale, e deve far desiderare che si ripeti la esperienza, d' altronde tanto facile quanto sicura. Il sangue rimase a contatto col gas durante tre quarti di ora. Misi allora gli uni presso gli altri, sul porta-oggetto del microscopio, alcuni globetti tratti dai due sangui, quello che era in parte coagulato e quello che conservava in parte la sua fluidezza, indi li paragonai insieme; ma non ho potuto scorgere tra loro la minima differenza; la forma ed il volume di essi non differivano maggiormente di ciò che erano nei globetti provenienti dal sangue di altra rana.

II. DELLO STATO DELLA FIBRINA NEL SANGUE.

Giusta la teoria generalmente ammessa per ispiegare la coagulazione del sangue, il crassamento rosso è prodotto dall'aggregazione dei globetti, e questi stessi sono sfere fibrinose, circondate da un involucro di materia colorante, di cui il lavacro può spogliare il crassamento, il quale rimane poscia sotto la forma di massa bianca. Questa teorica, difesa principalmente da Home, Prevost e Dumas, fu supposta vera da Dutrochet nelle sue ricerche sulla maniera con cui il sangue si comporta colla pila galvanica. Però Berzelio, appoggiandosi sul fatto che la linfa tiene della fibrina in dissoluzione, presumeva che dovesse esservene parimenti nel sangue, da

una specie di filtrazione dalla quale sembrava dipendere la produzione della linfa. Potrassi aggiungere, come argomento ancora più concludente, che la linfa stessa s' introduce nel sangue. Per tal guisa Berzelio emise, quale congettura, il parere che la coagulazione dipenda dal passaggio allo stato solido della fibrina disciolta nel sangue, i cui globetti si trovano allora imprigionati da essa. Io fui abbastanza fortunato per innalzare questa congettura al posto di verità dimostrata; posso provare che il grumo rosso non è che un miscuglio di fibrina preventivamente tenuta in dissoluzione nel sangue e di globetti. Siami permesso nondimeno, innanzi di esporre i fatti che mi condussero a questa scoperta, narrare i saggi mediante cui aveva dapprima cercato sciorre il problema.

Siccome i globetti del sangue umano passano attraverso il filtro, trattavasi d' impiegare un apparecchio avente pori piccolissimi per rattenere i globetti, mentre lasciasse pur passare il liquido. Quest'apparecchio consisteva in una membrana animale assoggettata all'azione di forte pressione dal lato dell' aria. Tesi una vescica umida sopra un largo tubo di vetro capace di essere annesso con vite ermeticamente al recipiente della macchina pneumatica, sicchè la sua estremità circondata dalla vescica protuberasse nel vuoto, mentre che il sangue introdotto nel tubo era esposto alla pressione dell' atmosfera. Se il siero conteneva fibrina disciolta, e che l' azione rapida dello stantufo lo facesse passare nel vuoto attraverso la vescica, avanti la coagulazione del sangue, doveva formarsi un grumo privo di colore nella porzione che avesse attraversato tale membrana. Per trovare una vescica sottilissima per siffatta esperienza, che doveva durare pochissimo tempo, feci molti cimenti sopra un liquore contenente globetti, sopra del latte. Le vesciche troppo sottili scoppiavano sull'istante, le troppo grosse non lasciavano già passare abbastanza rapidamente il liquido. Allorquando credetti aver trovato il punto giusto, esperimentai sul sangue di un coniglio a cui aveva tagliato i vasi del collo, in guisa che il sangue in massa cadesse subito nel tubo, ed immediatemente dopo misi la tromba in azione. In quattro minuti una grossa goccia di siero attraversò la vescica. Questo siero era leggermente colorito in rosso, ma pellucido; non si coagulò. Esaminandolo col microscopio, riconobbi che erano passati altresì alcuni globetti, ma poco numerosi. Avrebbesi torto nel concludere da siffatta esperienza che il siero non tiene fibrina in dissoluzione, giacchè la sua durata (quattro minuti fin al passaggio del siero) era troppo lunga, dappoichè due minuti bastano al sangue di coniglio uscito dai vasi per coagularsi. All' oggetto di renderla concludente avrebbe convenuto adoprare sangue che si coagulasse men rapidamente, avrebbe convenuto

ritardare la coagulazione di questo liquido coll' aggiunta del sotto carbonato di potassa. Ma giunsi a trovare miglior mezzo onde pervenire alla soluzione del problema.

Osservai dapprima che quando si riceve sangue di rana in un vetro di oriuolo, producesi, innanzi la formazione del grumo generale, un grumo privo di colore e limpido come acqua, cui puossi ritirare sollevandolo sul margine con una spilla. Scorgonsi pure alcuni punti e lembetti di grumo senza colore e trasparente allorquando si decanta il sangue del vetro di oriuolo uno o due minuti dopo il suo scolamento. Questi piccoli grumi senza colore rimangono allora aderenti al fondo. Per evitare la obbiezione che, durante la sezione della coscia di rana, che è il mezzo più facile di determinare una emorragia, erano fluite, insieme col sangue, alcune goccie di linfa, alla fibrina disciolta della quale dovevasi attribuire il fenomeno, io raccolsi il sangue dell'arteria crurale, che accompagna il nervo alla parte posteriore della coscia; posi questo vaso allo scoperto, e, mediante diverse precauzioni, giunsi ad ottenere soltanto il suo contenuto, in maniera di essere certo di aver sangue puro. Procedetti in pari guisa sul cuore posto a nudo ed aperto. Ogni volta osservai che prima della coagulazione compiuta del sangue, producevansi piccoli grumi limpidi come acqua. Se portava una goccia di sangue puro sotto il microscopio, e l'allungava di siero, per ben allontanare i globetti gli uni dagli altri, vedeva la sostanza dapprima disciolta produrre, tra questi corpuscoli, un grumo, pel solo intermedio del quale essi trovavansi fin d'allora uniti insieme, sicchè, per quanto allontanati fossero i globetti, per quanto grandi fossero gli intervalli fra loro, perveniva a disordinarli tutti in una volta, tirando con una spilla il grumo che riempiva i loro interstizii. Siccome i globetti del sangue della rana sembrano molto voluminosi ad un forte ingrossamento, così torna agevole il fare questa osservazione, la quale non lascia il minimo dubbio

Però evvi una maniera molto più facile e forse anche più sicura, di convincersi che la fibrina è realmente disciolta nel sangue. Siccome sapeva per esperienza che il volume dei globetti della rana sorpassa di circa quattro volte quello dei globetti dell'uomo e dei mammiferi, pensai che il filtro potrebbe benissimo rattenerli, invece di lasciarsi attraversare da essi, come accade a questi ultimi. La cosa infatti accade, e questa idea semplice, che non mi venne, come per solito, se non in ultimo, mi permise di comprovare che la dissoluzione di fibrina passa perfettamente chiara attraverso la carta, e non si coagula dopo. La esperienza puossi farla col sangue di una sola rana; un piccolissimo imbuto di vetro ed un filtro

di carta bibula ordinaria sono gli unici utensili che esige; si comprende che il filtro deve preventivamente essere bagnato, e giova allungare sull'istante con eguale quantità di acqua il sangue che si versò sopra. Il liquido che attraversa la carta è allora siero allungato con acqua, limpido e quasi privo di colore, prescindendo da una lieve tinta rossa, proveniente da alquanta materia colorante disciolta dall'acqua aggiunta; però siccome l'acqua discioglie assai lentamente la materia colorante del sangue di rana, il liquido risulta appena rossastro, e talvolta eziandio non ha il menomo colore. Se invece di acqua pura, adoprasi acqua inzuccherata (una parte di zucchero e duecento di acqua pura), non si discioglie minimamente materia colorante durante la feltrazione, e si ottiene certo prodotto perfettamente privo di colore, scevro di ogni miscuglio estraneo. Esaminandolo col microscopio, non vi si discopre veruna traccia di globetti. Bastano alcuni minuti perchè vi si formi un grumo talmente limpido e trasparente, da non iscorgerselo neppure dopo la sua produzione, a meno che non lo si ritragga dal liquore con una spilla. Poco a poco esso si condensa divenendo filamentoso e biancastro; si rassomiglia allora a quello che io ottenni dalla linfa umana nelle mie esperienze.

Tale si è la maniera di ricavare la fibrina dal sangue in tanto stato di purezza quale non si potè finora procurarle. Sono indispensabili alcuni saggi preliminari per trovare la carta che conviene. Se il filtro riesce troppo sottile, lascia passare pochi globetti, che in seguito non iscorgonsi se non esaminando col microscopio il grumo limpido in cui sono imprigionati. Già s'intende che, con siffatto mezzo, non si ottiene tutta la fibrina disciolta nel sangue; la massima parte si coagula nell'interno del filtro, non avendo il tempo di attraversarlo prima che la coagulazione s'impossessi di essa. Per una esperienza, la quale non esige molta precisione, basta prendere il sangue che ottiensi tagliando la zampa di una rana nel ginocchio e lasciarla subito colare nel filtro, sopra il quale si pose un po' di acqua appena inzuccherata. Ma questo metodo è grossolano in quanto che un po' di linfa può mescolarsi col sangue. Per operare sopra sangue puro, bisogna mettere a nudo il cuore stesso della rana, aprirlo e ricevere il liquido che ne esce. La fibrina che allora ottiensi non riesce sensibilmente granellata, ma perfettamente omogenea; solo dopo essersi dessa fortemente rinserrata sopra di sè ed essere divenuta biancastra, vi si scorge col microscapio composto, certe specie di granellature piccolissime ed appena sensibili, che possono benissimo procedere dalle ineguaglianze della superficie.

Ricevendo il liquido che attraversa il filtro in un vetro di orinolo

pieno di acido acetico, la fibrina della rana non si coagula, e rimane disciolta. Se il vetro contiene una dissoluzione satura di cloruro di sodio, la fibrina non vi si coagula neppure, od almeno una piccolissima parte rapprendesi in massa, nella guisa stessa che siffatta dissoluzione, aggiunta al sangue fresco di rana, ne ritarda straordinariamente la coagulazione, effetto che produce egualmente la soluzione di sotto-carbonato di potassa, senza distruggere però la facoltà di coagularsi.

Se raccolgasi il fluido che trasuda dal filtro in un vetro di oriuolo contenente dissoluzione di potassa caustica, la fibrina non si coagula già in una sola massa, ma produconsi poco a poco piccolissimi fiocchi, cui non iscorgonsi tuttavia che prestandovi molta attenzione. Questi piccoli fiocchi formansi in maniera ancora più visibile allorquando fassi cadere il liquido in un vetro di oriuolo contenente etere solforico, cui rinnovellasi secondo che si evapora. La maniera con cui la fibrina disciolta del sangue di rana si comporta colla potassa caustica stabilisce una essenziale differenza tra essa e l' albumina del siero, che, in simil caso, non depone nè globetti nè piccoli fiocchi. La reazione dell'etere è pur importante ; giacchè, secondo Tiedemann e Gmelin, l' etere coagula bensì l'albumina dell' uovo, ma non il siero del sangue. Mescolata coll' ammoniaca liquida, la dissoluzione di fibrina del sangue di rana non dà nè globetti nè piccoli fiocchi.

Tutti questi fenomeni mi sembrano meritevolissimi di attenzione, dappoichè niuno finora potè fare esperienze sopra la fibrina fresca e disciolta. Quanto sappiamo riguardo a siffatta sostanza riferivasi o alla fibrina coagulata, od a questa redisciolta mediante reattivi.

Prevost e Dumas cercarono determinare la quantità dei globetti nel sangue di diversi animali, giusta la quantità del grumo secco. Le loro esperienze, sotto tale rapporto, non sono già prive d' interesse ; intanto Berzelio fece già osservare che il resultato di tale analisi quantitativa non potrebbe mai essere esatto, posciachè il crassamento contiene in sè molta quantità di siero, il quale, mediante la disseccazione, lascia la propria albumina ed i suoi sali, mentre che il lavacro toglie non solo del siero, ma inoltre della materia colorante. D' altronde, Prevost e Dumas essendo partiti dalla supposizione che la fibrina del sangue proviene dai globetti, i loro resultati abbisognano di ulteriore correzione. Infatti, ciò che essi chiamano la quantità dei globetti, devesi nomare la somma dei globetti e della fibrina dapprima disciolta. Mediante siffatta correzione, le numerose valutazioni quantitative di questi fisici conservano il loro valore. Torna altresì necessario farla comportare alle analisi di Lecanu sulla quantità dei globetti

nei diversi temperamenti ed in ambidue i sessi. Sono necessarie esperienze affatto nuove per determinare la quantità della fibrina nel sangue dei diversi animali, ed il miglior mezzo a tal uopo consiste nello sbattimento del liquido.

Dibattendo il sangue, si ottiene, allo stato di grumo privo di colore, od all'incirca, la fibrina che questo liquido teneva dapprima in dissoluzione, mentre che i globetti rimangono sospesi nel siero, senza aver comportato verun mutamento. Quando si esamini il sangue dopo che fu dibattuto, esso conserva per anco interamente il suo aspetto naturale; si trovano i globetti che vi nuotano uniformemente, e che non comportarono veruna alterazione, purchè non abbiasi aggiunto acqua; non so da che proceda l'avere Berzelio asserito il contrario; fa egli invero osservare, che quando, dopo aver dibattuto il sangue, lo si esamini col microscopio composto, non vi si scorgono più globetti, ma soltanto corpuscoli rossi e spezzati, che nuotano in un liquido giallo, e che esso considera come rimasugli dell'involucro di materia colorante; aggiunge egli che questi corpuscoli passano attraverso il filtro di carta; ma la stessa cosa accade pure ai globetti di sangue fresco degli animali superiori. Egli dice che quando si conserva sangue dibattuto per alcuni giorni alla temperatura dello zero, siffatti corpuscoli rossi cadono lentamente al fondo, e che il liquore si chiarifica sopra di essi, quantunque questo sia ancora talvolta reso rossastro da poca quantità di materia colorante non disciolta. In onta di tutto il peso che io accordo alle opinioni del grande chimico svedese, devo far osservare che trovo i globetti senza verun cambiamento nel sangue dibattuto, finchè non siavi aggiunto acqua. Io li vidi nel sangue così trattato di vitello e di bue, tanto col microscopio di Frauenhofer, che con altro strumento, ed essi non avevano comportato verun'alterazione nè nel loro volume, nè nella propria forma, sicchè erami pur facile comprovarvi eziandio il loro appianamento come nel sangue fresco. Il sangue dibattuto serba la sua apparenza naturale per molti giorni alla temperatura di quindici gradi del termometro centigrado; i globetti vi si mantengono dunque in sospensione, e non cadono già al fondo. In capo a dodici ore, il siero giallastro non era che ad una sola linea sopra il livello dei globetti nuotanti, ed in capo a due giorni questi ultimi non eransi abbassati che di due linee in due linee e mezzo sotto del siero, in un vaso bastevolmente largo ed alto otto pollici. Tale fenomeno proviene evidentemente dalla somma gravità specifica del siero del sangue degli animali superiori. I globetti della rana si precipitano con prontezza nel fondo del vaso, in un miscuglio di globetti e di siero. Se aggiungesi acqua al sangue dibattuto, una parte della materia

colorante si discioglie, ed una porzione dei globetti cade al fondo sotto forma di deposito. Dissi già precedentemente essere assolutamente necessario, per ispiegare la cotenna infiammatoria, conoscere la gravità specifica del siero spettante al sangue infiammato. Qui darò il resultato delle mie ricerche sopra quella dei diversi materiali costituenti il sangue di bue.

Un piccolo fiasco chiuso allo smeriglio, della capacità di 196 grani e 13/16 di acqua distillata, conteneva 200 1/2 grani di siero di sangue di bue, e 207 grani dello stesso sangue liberato dalla fibrina mediante il dibattimento (globetti e siero). Risulta da ciò che la gravità specifica del sangue di bue spogliato di fibrina disciolta è di 1,057, e quella del semplice siero di 1,024.

Il dibattimento del sangue procura il vantaggio straordinario, e che non puossi ottenere con veruu altro mezzo, d' isolare i globetti senza far loro comportare il minimo cambiamento, separandoli dalla fibrina che era dapprima disciolta. Se si passi la massa attraverso un pezzo di tela, si lavi con diligenza la fibrina, per ispogliarla di tutto il siero che potrebbe aderirvi, e la si faccia seccare, ottiensi in modo certo la quantità precisa di fibrina che conteneva una data quantità di sangue. Ma la quantità dei globetti non potrebbe essere determinata in modo tanto rigoroso. Quando si calcolò la quantità di grumo rosso in cento parti, e che se ne sottrasse quella della fibrina in cento parti di sangue, ottiensi bensì la quantità dei globetti contenuti in questo grumo, ma se ne ha simultaneamente una indeterminata d'albumina proveniente dal siero che si trovava imprigionato nel grumo, e di cui l' albumina ed i sali sono rimasti durante la dissecca-zione. Evvi bensì un mezzo indiretto, proposto da Lecanu, per determinare la quantità di materia colorante rossa; ma questo chimico partì pure da una supposizione. Si determina la quantità di albumina nel siero del sangue, si dissecca del sangue dibattuto, liberato di fibrina, e si valuta la copia di acqua che esso perde. Se ora supponiamo che quest' acqua tenesse in dissoluzione, in modo perfettamente uniforme, tanta albumina quanta se ne trovò nel siero, se per conseguenza si ammetta che l' acqua penetrante la sostanza dei globetti conteneva altresì altrettanta albumina, puossi determinare la quantità di albumina esistente nel miscuglio dissec-cato di siero e di globetti di sangue dibattuto, e rimane la quantità dei globetti.

Siccome non avvi che la quantità dell' albumina preventivamente disciolta che si possa determinare in modo certo, operando per ciò sul sangue dibattuto, io non mi sono occupato che di questo punto. Di 3627 grani di sangue di bue dibattuto ottenni 18 grani di fibrina allo stato

secco, e di 3945 grani di sangue di bue non battuto, 641 grani di grumo rosso, egualmente allo stato secco; locchè forma, sopra 100 parti di sangue di bue, 16,274 di grumo rosso secco, in cui vi sono 0,555 di fibrina.

Prevost e Dumas trovarono più globetti nel sangue arterioso che nel sangue venoso; ma devesi altresì intendere per ciò maggior quantità di quaglio rosso. Siccome gli organi somministrano del continuo linfa che contiene della fibrina in dissoluzione, dobbiamo aspettarci che quest'ultima sia più abbondante nel sangue arterioso che nel sangue venoso; ed ecco quanto rinvenne Mayer in molte esperienze. Però mi parve necessario di assicurarmene io stesso e direttamente. Ottenni, da una capra, 1392 di sangue proveniente dalla vena jugulare, e poco dopo, 3004 procedenti dall'arteria carotide. Questi due sangui furono dibattuti, evitando con diligenza gli schizzi. Il sangue arterioso diede quattordici grani e mezzo di fibrina secca ed il venoso cinque grani e mezzo. Il sangue arterioso della capra contiene dunque 0,484 per 100 di fibrina disciolta ed il suo sangue venoso 0,395.

La materia che i chimici studiarono fino a questo giorno come essendo la fibrina del sangue, non era che la fibrina disciolta in questo stesso sangue, e che si otteneva pura quando dibattevasi siffatto liquido, ma che quando la si traeva dal quaglio rosso esaurito dal lavacro, poteva contenere tuttavia i noccioli dei globetti, supponendo che sianvi realmente noccioli nei globetti del sangue dell'uomo e dei mammiferi. Però la quantità di tali noccioli non può essere considerabile; giacchè quando si lava del quaglio rosso sopra un filtro, non si ottiene maggior fibrina di quanto si dibatte del sangue. Potrebbe accadere che siffatti noccioli, i quali in ogni caso sono di straordinaria piccolezza, si distaccassero per la massima parte dal grumo durante il lavacro, e che fossero tenuti sospesi nella dissoluzione della materia colorante, nella guisa stessa che contentandosi di agitare il quaglio rosso del sangue di rana stessa, si ottiene col siero una enorme quantità di globetti interi e non alterati, i quali si distaccano. Siffatti noccioli sono difficili ad iscoprirsi col microscopio in una dissoluzione di sostanza colorante, se vi si trovano realmente contenuti. Quando, dopo aver collocato una goccia di sangue umano sul porta-oggetto del microscopio, la si allunga con molte gocce di acqua, i globetti non tardano a divenire indiscernibili, e la materia colorante si discioglie nell'acqua senza che vedasi distintamente comparire noccioli; se operasi in pari modo coll'acido acetico, non iscorgonsi più globetti se non usando somma attenzione. Non so se i

noccioli dei globetti che ottenni dal sangue di rana siano fibrina o no; hanno essi le proprietà generali della fibrina e dell'albumina coagulate, si disciolgono facilmente negli alcali e difficilmente negli acidi, e l'acido acetico non gli altera già, anche dopo ventiquattro ore di reazione, sebbene esso caricasi d'altronde volontieri di certa quantità di fibrina. I globetti del sangue della rana, posti in piccola quantità nell'acido acetico formano una polvere bruna, la quale, esaminata col microscopio, non appalesa più nulla dell'involucro colorante e non lascia scorgere che noccioli ellittici. La fibrina non si comporta così con quest'acido, nel quale essa diviene trasparente e priva di colore. Però il coloramento in bruno dei noccioli ellissoidi dipende forse altresì dalla materia colorante che vi aderisce. Almeno il deposito bianco di noccioli spettanti ai globetti di sangue di rana, che ottiensi allungando con molta acqua un miscuglio di siero e di globetti, non si colorisce già. L'abbrunimento dei noccioli nell'acido mi rammenta quel tratto della chimica animale di Berzelio, in cui esso dice che l'acido acetico concentrato converte la materia colorante dei mammiferi in certa gelatina tremolante e bruna, la quale, allorquando la si pone a digerire con acqua, dà un liquore semi-chiaro, e di color bruno-rosso, lasciando un residuo nero insolubile.

Che mi si permetta ancora un'altra osservazione in proposito del colèra. Il sangue degli uomini e degli animali in istato di sanità non contiene già acido come pretese Hermann, il quale non ne trovò neppure nel sangue dei colèrici. Il siero reagisce in modo evidentemente alcalino nell'uomo e nei mammiferi, mentre quello del sangue di rana esercita così poca azione sui colori vegetabili, che non si commetterebbe grande errore riponendolo fra le sostanze neutre. È evidente che la principale alterazione del sangue dei colèrici consiste nella tendenza manifestata da questo liquido durante eziandio la vita, a coagularsi. Che siffatto cambiamento di sangue sia la causa dei sintomi, o soltanto l'effetto della causa immediata, sempre rimane fermo che devesi vedere in esso il massimo degli ostacoli alla guarigione; giacchè non avvi più possibilità di vita dacchè formansi grumi nei vasi. Sembrami adunque che il primo problema dei medici dovrebbe essere di combattere siffatta alterazione del sangue. Ora si sa che il sotto-carbonato di potassa e quello di soda tolgono al sangue la sua attitudine a coagularsi, e risulta dalle osservazioni di Prevost e Dumas che il sangue degli animali superiori non si coagula più quando si aggiunge un millesimo del secondo di questi sali. La stessa cosa avviene col carbonato di potassa, sebbene, anche in grande quantità, non faccia esso che ritardare per gran tempo la coagulazione del sangue di

rana. Siccome il sotto-carbonato di potassa è una sostanza pochissimo capace di nuocere, converrebbe fin dal principio del colèra, darlo a grandi dosi ed insistendo sopra il suo uso. Invito i medici, che ne avranno l'occasione, a porre questo consiglio in pratica con qualche perseveranza.

III. AZIONE DELLA PILA GALVANICA SUL SANGUE.

Per ben giudicare degli effetti della pila galvanica sul sangue uopo è dapprima cercare di conoscere come essa operi sul siero, che è una dissoluzione di albumina, con dei sali, e sopra di una dissoluzione acquosa di albumina del tuorlo di uovo. In questa ultima, tutta la sostanza animale non si disciolge già, e la dissoluzione acquosa di albumina vi presenta inoltre al microscopio alcuni globetti estremamente piccoli, cui non iscorgonsi se non con fortissimi ingrossamenti. Fui condotto ad esaminare l'azione del galvanismo sopra tutti questi liquori dalle ingegnose esperienze di Dutrochet. Ebbi spesso occasione di comprovare la esattezza usata da questo distinto osservatore nelle sue ricerche ; ma sono sempre seco d'accordo in quanto concerne le spiegazioni. Bisogna astenersi dal considerare certi fatti interessanti dai quali non si può trarre veruna conclusione sicura come prove in appoggio di una ipotesi. Nelle mie esperienze ho allungato una goccia del liquore da esaminarsi sopra una lamina di vetro, e la posi in rapporto coi poli di una pila di quattro paia di piastre sottili della lunghezza e larghezza di due pollici e mezzo.

Galvanizzando una gocciola di dissoluzione acquosa di tuorlo di uovo (che tiene in dissoluzione piccolissimi globetti microscopici), osservansi presto le onde da Dutrochet pel primo riscontrate. L'onda che parte dal polo rame o negativo e nella quale si accumula l'alcali dei sali, è trasparente, atteso la dissoluzione dell'albumina mediante questo alcali. Quella che parte dal polo zinco o positivo, ed in cui si riunisce l'acido, è opaca e biancastra, massime nel suo contorno, meno nello stesso polo. Siffatte due onde si dirigono una verso l'altra, e sopra la linea ove desse entrano in contatto, formasi un grumo lineare, il quale ha interamente la forma di questa linea e che talvolta risulta frangiato, come lo era il margine delle onde all' istante in cui esse si toccarono. Il contatto delle due onde accade con gagliardo movimento nella linea d' incontro, dopo di che effettuasi il deposito del quaglio. Ma dacchè questo depositossi, tutto ritorna tranquillo, e non si riscontra mai la minima traccia di movimento nel coagulo. Torna adunque inconcepibile come un osservatore di primo ordine, quale si mostra Dutrochet, possa

considerare questo coagulo albuminoso come una fibra muscolare contrattile prodotta dalla elettricità. Inoltre, siffatto coagulo, come l'albumina che, nella galvanizzazione del siero del sangue si depone al polo zinco, non ha consistenza, ma consiste in globetti facili a separare gli uni dagli altri, e che si sono soltanto deposti sotto forma della linea di contatto delle due onde, senza avere tra essi veruna coesione. Esponendo ai due poli una goccia di siero, poco importa che esso provenga dalla rana o da un mammifero, purchè non contenga globetti, non iscorgonsi più onde, probabilmente pel motivo che la limpidezza del siero li rende invisibili. Ma formasi al polo zinco un deposito di globetti di albumina, che la aumentano dall'interno all'esterno, atteso che quelli i quali si applicano pei primi attorno del polo sono rispinti dai nuovi depositi che del continuo si producono. Secondo le viste seguite da Dutrochet nell'applicazione della pila galvanica e delle sostanze animali, dovrebbesi considerare l'albumina del siero del sangue come un corpo elettro-negativo, per ciò che essa si depone al polo zinco o positivo. Ma questo deposito è il resultato della coagulazione dell'albumina mediante l'acido dei sali decomposti che si accumula al polo zinco, e se non accade deposito di albumina al polo rame, ciò proviene dal tenersi colà l'alcali siffatta sostanza in dissoluzione. Però, allorquando la pila è fortissima, precipitasi pure albumina al polo rame, come dimostrò Gmelin, e questo fenomeno procede allora verisimilmente dal calore che è posto in libertà. Dipende evidentemente dai sali contenuti nei liquori se la dissoluzione del tuorlo di uovo non depone coagulo al polo zinco di una pila della forza di quella da me usata, ma vi produca soltanto un' onda opaca, che si produca un coagulo al contatto delle onde emanate dai due poli, e che, all'opposto, il siero del sangue deponga albumina al polo zinco. Lassaigne coagulò dell'albumina mediante alcoole, e la lavò con questo mestruo finchè il nitrato di argento attestasse che essa non conteneva più cloruro di sodio. Di questa albumina così coagulata si discioglie nell'acqua 0,007. Siffatta piccola porzione disciolta non era già coagulata dalla pila voltaica, per ciò che essa non conteneva cloruro di sodio, giacchè si coagulava allorquando vi si aggiungeva del sale (1).

Se io volessi spiegare le mie esperienze colla scorta dei principii di Dutrochet, l'albumina del tuorlo di uovo sarebbe neutra, per ciò che essa non si coagula che al contatto delle due onde, e quella del siero di sangue sarebbe elettro-negativa, per ciò che essa si coagula al polo zinco.

(1) *Annali di chimica*, *t.* XX, *p.* 97.

Però basta come provai, aggiungere alquanto sale marino alla dissoluzione di tuorlo di uovo, acciocchè essa si coaguli al polo zinco e non si formino più onde.

Esponendo all'azione della pila galvanica una goccia largamente distesa di sangue di rana o di mammifero, le bolle ordinarie di gas si formano attorno del polo rame, e l'albumina si coagula al polo zinco, sotto forma di magma incoerente di granulazioni, assolutamente come accade quando si tratta in pari guisa il siero del sangue. I corpuscoli del sangue non si accumulano al polo positivo nè al polo negativo, la fibrina non si coagula nè più presto nè più tardi che altrimenti, ed essa non lo fa nè al polo positivo nè al polo negativo, ma in tutta la larghezza della goccia, fra i due poli, e tutto intorno a qualche distanza dai poli. Immediatamente attorno dei poli i corpuscoli del sangue comportano una decomposizione, atteso gli acidi e gli alcali che accumulansi sopra questi punti. Quelli del sangue di rana si impiccoliscono alquanto, tanto presso al polo zinco, quanto presso al polo rame, ma senza però ridursi fino ai loro noccioli; in tutto il resto della goccia, essi non comportano verun cambiamento. La decomposizione sembra farsi presso il polo rame, a spese della materia colorante; giacchè tanto da lungi quanto ove le bolle di gas idrogeno si accumulano attorno di questo polo, si depone altresì certa sostanza di color bruno-chiaro e filante, la quale si mescola con le bolle. Siffatto miscuglio, esaminato col microscopio, consiste in bolle di aria ed in corpuscoli sanguigni impiccoliti, che attengonsi gli uni agli altri. La fibrina si coagula al momento ordinario in tutta la goccia, senza verun cambiamento di globetti, e siffatta coagulazione accade nella stessa maniera allorquando adoprasi sangue arterioso o venoso di coniglio, invece di sangue di rana. Se operando sopra sangue fresco di rana, togliesi il coagulo che si forma, finchè esso non si produca più, rimane finalmente un miscuglio di globetti e di siero. Ottiensi maggiormente di siffatto miscuglio agitando alquanto il coagulo che vi si produsse. Una goccia, largamente distesa ed esposta all'azione dell'apparato galvanico, presenta gli stessi fenomeni del sangue fresco, eccettuata la fibrina, che qui manca. I globetti non si accumulano nè al polo positivo, nè al polo negativo, e rimangono nel loro sito in tutta la goccia; al polo zinco formasi un deposito poltaceo di globetto di albumina, come quando si galvanizza il siero, se pur si prescinda dall'essere desso qui colorato in rosso dai globetti; al polo rame si producono la schiuma ordinaria e la sostanza brunastra e filante, proveniente da globetti decomposti. Siffatta materia brunastra e filante si ottiene egualmente allorquando mescolasi con una dissoluzione

di potassa un miscuglio di globetti e di siero di rana spogliato di coagulo. Il miscuglio di globetti e di siero proveniente dal sangue sbattuto di mammifero non depone già materia filante al polo rame.

Ci rimane tuttavia ad esaminare come si comportano colla pila voltaica, ed una dissoluzione di materia colorante del sangue, spogliata, per quanto è fattibile, di siero, e la fibrina liberata da ogni globetto.

Lavando del coagulo rosso del sangue dei mammiferi finchè sia spogliato di siero, e poscia lavando di nuovo in un poco di acqua il coagulo rosso che ancora rimane, la prima acqua contiene materia colorante con molto siero, e la seconda materia colorante con poco siero. Esponendo all'azione della pila di Volta una goccia di quest'ultima dissoluzione tanto carica quanto è possibile di materia colorante, ottenni resultati diversi, secondo che chiudeva la catena con gli stessi fili di rame, o che aggiungeva a quello del polo zinco, che si ossida fortemente, una estremità di filo di platino, per mettere fuori di esercizio la ossidazione del rame. Nel primo caso, i fenomeni furono differenti di quelli descritti da Dutrochet, nel secondo riescirono identici.

Allorquando adoprava semplici fili di rame per chiudere la catena, producevasi, attorno del polo zinco, un coagulo poltaceo rosso di albumina e di materia colorante del sangue. Questo coagulo andava sempre aumentando, per ciò che l'anello rosso formato attorno del polo si trovava scacciato dal deposito sopravvenuto davanti di esso. Ma i depositi susseguenti sono men rossi, e la maggior parte non hanno che un color grigio-bianco. La coagulazione accade tutto intorno del filo; però il coagulo si estende alquanto più verso il polo rame di quanto soglia farlo alla periferia del polo zinco. È questo una specie di precipitato, che ha la forma delle onde nelle esperienze precedenti, ma che si compone di certa pappa consistente. Al polo rame scorgesi lo sviluppo ordinario di gas e talvolta una onda pochissimo sensibile, nella quale la materia colorante risulta affatto disciolta come nel resto della goccia; il margine di questa onda è alquanto più rosso. Dutrochet ne fece una onda rossa, locchè risulta assolutamente spoglio di motivi. È la dissoluzione alcalina di materia animale che si osserva ordinariamente attorno del polo rame, il quale tiene qui, come il resto della goccia, della materia colorante in dissoluzione, mentre che dell'albumina e della materia colorante si coagulano al polo zinco. Quando la lamina di vetro posa sopra un fondo bianco, non si scorge già l'albumina coagulata attorno del polo zinco, e non vedesi allora che l'orlo rosso proveniente dal primo coagulo rosso che si è deposto attorno di questo polo e cui nuovi depositi hanno

successivamente disteso. Se pongasi la lamina di vetro sopra un fondo nero, scorgesi non esservi onda trasparente che spinga dinanzi a sè una fascia rossa, come dice Dutrochet, ma che la fascia rossa è semplicemente l'orlo egualmente coagulato del grumo che si produsse al polo zinco. Dutrochet descrive altrimenti i fenomeni dell'azione del galvanismo sopra la dissoluzione della materia colorante; egli scorge due onde; la onda acida al polo zinco era trasparente, e, crescendo, spingeva dinanzi a sè la materia colorante rossa, la quale si accumulava attorno di questa onda del pari che all' esterno di essa. La onda alcalina del polo rame, all'opposto, era presa dalla materia colorante rossa. Le due onde, riunendosi, producevano un lieve coagulo proveniente dall' albumina del siero. La materia colorante rossa si combinava quasi per intero con questo coagulo. Da siffatta esperienza, ove la materia colorante è detta fuggire il polo positivo ed accumularsi al polo negativo, Dutrochet conclude essere siffatta sostanza elettro-positiva, conclusione che la esperienza stessa non giustifica minimamente. Dissi già che quando adoperava fili di rame per chiudere la catena galvanica, la materia colorante si coagulava subito, insieme con dell' albumina, attorno del polo zinco, e che il coagulo rosso era soltanto disteso sempre più da nuovi coaguli di albumina. Allorquando, all'opposto, per evitare la influenza risultante dalla ossidazione che soffre il filo di rame, terminava questo con una estremità di filo metallico non ossidabile, in platino, ad esempio, otteneva quasi interamente i fenomeni descritti da Dutrochet. Producevasi realmente, al polo rame ed al polo zinco, certe onde che camminavano una verso l' altra, quella del polo rame e quella del polo zinco, avevano ambedue un orlo rosso visibilissimo. Omise Dutrochet siffatta circostanza nella onda del polo rame, eppure essa risulta importantissima. La onda del polo rame non è maggiormente rossa della materia colorante fuori della onda; solo il suo margine è più rosso, sicchè inesattamente dice Dutrochet che la materia colorante si accumula al polo rame; io ho ripetuta la esperienza moltissime volte, e mai ho riscontrato tale accumulazione. La materia colorante rossa si allontana eziandio fino a certo punto dal polo rame, nel margine rosso della onda, assolutamente come, nel margine rosso della onda dell' altro polo, essa allontanasi eziandio dal polo zinco. Se la onda del polo rame non è maggiormente rossa della materia colorante della goccia fuori della onda, la onda del polo zinco è, all'opposto, realmente men colorata nell' interno del liquido situato fuori della onda, ma essa non è neppure assolutamente spoglia di colore. L' orlo della onda più trasparente di questo polo è più

rosso di quello della onda del polo rame, che colpisce altresì pel suo colore più intenso; nell' orlo della onda del polo rame la materia colorante trovasi allo stato di dissoluzione concentrata, ed all'orlo di quella del polo zinco essa consiste in piccolissimi globetti.

Per mio avviso, siffatta esperienza ha grande analogia in quanto al resultato, con quella che consiste nel far agire la pila voltaica sopra una dissoluzione di tuorlo di uovo. La onda acida del polo positivo scaccia qui dinanzi a sè alcuni globetti bianchi, come la onda acida della dissoluzione della materia colorante scaccia globetti rossi; però la onda acida della dissoluzione del tuorlo di uovo è torbida, e quella della dissoluzione della materia colorante risulta trasparente ed alquanto scolorita. La onda alcalina del polo rame si comporta nella stessa maniera in ambidue i casi; è chiara in entrambi; nella dissoluzione di tuorlo di uovo, essa contiene albumina disciolta, ed in quella di materia colorante, della materia colorante egualmente disciolta. Nella dissoluzione di tuorlo di uovo, la onda alcalina è chiara, mentre l' albumina del rimanente della goccia contiene altresì globetti; nella dissoluzione della materia colorante, la onda alcalina è chiara, quanto la materia colorante del resto della goccia. Se, operando sulla dissoluzione di materia colorante, non adopransi che semplici fili di rame per chiudere la catena, della materia colorante e dell'albumina si coagulano al polo zinco. Mescolando alquanto sale marino alla dissoluzione della materia colorante, essa comportasi, anche sui fili di platino, come la dissoluzione salata del tuorlo di uovo; non si producono correnti, ed un coagulo biancastro formasi al polo zinco. Giusta tutte queste circostanze, io considero come non provata la opinione emessa da Dutrochet che la materia colorante del sangue sia elettro-positiva.

Dutrochet, il quale considerava i noccioli dei globetti come le parti costituenti la fibrina del coagulo, prese del coagulo spogliato mediante il lavacro dalla materia colorante o della fibrina priva di colore, e lo disciolse nell'acqua alcalina. Dappoi espose siffatta dissoluzione all'azione della pila voltaica. Si svolse molto gas idrogeno al polo negativo e gas ossigeno al polo positivo. Ma non avvennero ambedue le onde; la fibrina disciolta si accumulò soltanto al filo positivo od al polo zinco. Concluse da ciò Dutrochet che la dissoluzione alcalina di fibrina si comporta come un sale neutro, di cui l'alcali si reca verso il polo negativo e l'acido verso il polo positivo, e che la fibrina risulta elettro-negativa. Ora si sa che la fibrina si comporta con gli alcali e gli acidi per modo da poter eseguire ora l'ufficio di una base ed ora quello di un acido. Dalla sua maniera di agire riguardo

agli acidi avrebbesi potuto concludere il contrario della proposizione stabilita da Dutrochet, dappoichè la fibrina si mostra atta a formare corpi neutri cogli acidi minerali. È tuttavia necessario esaminare le esperienze stesse di questo fisico. Io le ho trovate esatte nella maggior parte dei punti. Ogni volta che esposi una dissoluzione di fibrina del sangue in acqua lievemente alcalina all'azione della pila galvanica, sopra un vetro di oriuolo o sopra una lamina di vetro, ottenni una piccola quantità di coagulo poltaceo bianco al polo zinco. Ora, siccome aveva preso la fibrina del sangue di bue battuta, e che l'aveva lavata alla lunga sul filtro, poteva essere quasi certo che essa non conteneva nè siero nè sali di siero, sicchè, a primo sguardo, la dissoluzione alcalina di questa sostanza sembra separarsi in fibrina elettro-negativa ed alcali elettro-positivo. Ma, tirando siffatta conclusione, non si pensa già ai sali che la fibrina esaurita dal lavacro contiene come parti costituenti di sè stessa, e la cui decomposizione mediante la pila può produrre uno svolgimento di acidi al polo zinco, e far così coagulare la fibrina mediante la formazione di un corpo neutro. Però vi sono obbiezioni ancora più gravi d' accampare contro la stessa esperienza. Il resultato descritto da Dutrochet non accade che quando adopransi fili di rame per chiudere la catena ; non lo si ottiene allorquando, per evitare la ossidazione della estremità del filo di rame del polo zinco si fornisce questo di una estremità di filo di platino, come me ne sono convinto in tutte le mie esperienze sopra tale proposito. Dutrochet sembra aver impiegato soltanto fili di rame. Se trovasi un filo di platino al polo zinco, lo sviluppo del gas è lo stesso, e vedesi ancora più gas schiumoso al polo zinco, per ciò che questo filo non si ossida come quello di rame. Ma non si produce neppure il minimo vestigio di coagulo al polo zinco. D'onde devesi conchiudere che la formazione di un coagulo al polo zinco di un filo di rame nuotante nella dissoluzione alcalina di fibrina, dipende dalla ossidazione del rame. Forse l'ossido si combina colla fibrina, come si sa che una combinazione di ossido metallico e di albumina si effettua allorquando si versa una piccola quantità di sale metallico nel siero del sangue, e si aggiunga alquanto più di potassa caustica che non abbisogni per iscomporre il sale, caso nel quale l'ossido non si precipita, ma forma coll'albumina una combinazione solubile, la quale può essere coagulata mediante la ebollizione (1). Però il coagulo di fibrina che producesi attorno del filo di rame del polo zinco, non è già di color verde azzurro, come dovrebbe esserlo se dovesse la propria origine a dell'ossido di rame, ed ha una tinta opalina.

(1) *Berzelio, Trattato di chimica, t. VII, p.* 70, 71.

In una parola, la dissoluzione di fibrina nell' acqua alcalina non è decomposta dalla pila galvanica, dacchè non adoprasi un filo di rame al polo zinco, ed in conseguenza la fibrina non si comporta già qual corpo elettro-negativo. Puossi convincersi, mediante la seguente circostanza, come la precipitazione dell' albumina e della fibrina al polo zinco dipenda dal sale contenuto nella dissoluzione; la dissoluzione alcalina della fibrina non depone mai veruna traccia di coagulo sul filo di platino di questo polo; ma la coagulazione accade subito che aggiungasi al liquore alquanto sale marino, giacchè allora l' acido idroclorico di questo sale fa nascere un coagulo al polo zinco. Da di là proviene eziandio che, volendo esperimentare l'azione della pila voltaica sopra una dissoluzione di fibrina nell'acqua leggermente alcalina, bisogna avere avuto la cautela preventivamente di bene spogliare questa fibrina del siero, perciò che il siero contiene cloruro di sodio. Ora, ce la procuriamo scevra da siero traendola dal sangue dibattuto e lavandola a grand' acqua. Riguardava Dutrochet quali noccioli dei globetti la fibrina ottenuta dal coagulo, ed è pur questo un errore, giacchè, come feci vedere, la fibrina viene disciolta dal sangue.

Siccome puossi, seguendo il metodo da me indicato, procurarsi la fibrina del sangue di rana senza globetti di sangue, dappoichè essa passa spoglia di colore, filtrando il sangue fresco attraverso carta sugante che non sia troppo sottile, mi parve interessantissimo ricercare come la pila galvanica si comportarebbe colla fibrina fresca ancora liquida. A tal uopo versai sul filtro parti eguali di acqua e di sangue di rana, e posi subito il liquore a contatto coi poli della pila; si depose albumina poltacea al polo zinco; la fibrina limpida non si raccolse ned al polo zinco ned al polo rame, ma si coagulò, come per solito, nel mezzo del liquido e produsse un grumo isolato, nella guisa stessa assolutamente come se io non avessi applicato il galvanismo. La coagulazione di siffatta sostanza avvenne nel tratto di tempo solito senza che la pila influisse sopra di essa. Il precipitato albuminoso al polo zinco era della stessa natura di quello che si produsse galvanizzando il liquore liberato da grumi fibrinosi.

Cimentai altresì la pila di Volta sui globetti del sangue di rana. Preparasi un miscuglio di globetti e di siero, agitando il coagulo e poscia ritirandolo. Siffatto miscuglio è posto in un gran vetro di orinolo insieme con acqua; lo si rimuove, poi lo si lascia in riposo per ventiquattro ore. Allora la materia colorante viene disciolta, e trovasi al fondo il deposito bianco di noccioli dei globetti. Si ritira la massima parte del liquido sopranuotante mediante una pippetta. Se mescolasi il deposito con un poco di acqua, e che dopo averne distesa una grossa goccia sopra una lamina di

vetro, la si esponga all' azione della pila voltaica, si osservano gli stessi fenomeni che operando sopra una dissoluzione acquosa di tuorlo d'uovo; produconsi due onde, quella del polo zinco è torbida e manda globetti innanzi di sè; quella del polo rame risulta limpida e non contiene globetti. Per tal guisa l' onda del polo zinco spinge innanzi a sè dei globetti rossi nella dissoluzione di materia colorante, dei globetti bianchi nel miscuglio di acqua e dei noccioli di globetti. Qui non avvi differenza elettrica tra il nocciolo e l' involucro. L' onda del polo zinco è soltanto trasparente nella dissoluzione di materia colorante, e torbida nel miscuglio di acqua e di noccioli dei globetti, del pari che nella dissoluzione di tuorlo d' uovo.

Le correnti elettriche, cui molti dotti francesi distintissimi ammettono nel sangue, sono contrarie alla esperienza ed allo spirito che deve oggidì dirigere la fisiologia. Lo stato attuale della scienza vuole che si ammettano queste correnti soltanto la dove puossi dimostrarne la esistenza. Ora, non si giunge mai, mediante un buon moltiplicatore, a scorgerne veruna traccia nè nei nervi, nè nel sangue, come Person (1) fece vedere pei primi, e Pouillet (2) pel sangue umano. Però desse dovrebbero rivelarsi ad uno strumento cotanto sensibile alla influenza delle correnti elettriche, che l' ossidazione dei fili basta già talvolta per operare sull' ago calamitato, sicchè, come dimostrò Pouillet, dobbiamo astenerci nelle esperienze delicate sopra sostanze animali, di ricorrere per conduttori ai metalli ossidabili. Dei due moltiplicatori da me adoprati nelle esperienze di questo genere, uno mostra l' azione galvanica di due piccole piastre di zinco e di rame unite mediante una carta umida e riposante sopra del vetro, per una deviazione di circa cento gradi della bussola. Tuttavia siffatto strumento non mi fece mai scorgere, nè nei nervi nè nel sangue scorrente, veruna traccia di reazione, allora eziandio che immergeva un filo in un'arteria e l'altro in una vena. Dovrebbesi quindi riscontrare la corrente elettrica quando non vi fosse che un centesimo della intensità elettrica del paio di piastre di cui ho testè favellato, ed anche quando non vi fosse che una parte aliquota di un centesimo di tale intensità.

Gli stessi fisici, cui non puossi certamente accusare di amare le ipotesi, hanno soverchia tendenza di adottare, in riguardo ai fenomeni della vita, alcune ipotesi fisiche spoglie di ogni fondamento. Converrà studiare le forze organiche colla stessa diligenza delle forze inorganiche, e possedere

(1) *Giornale di Magendie*, *t.* X, *p.* 216.
(2) *Ivi*, *t.* V, *p.* 5.

intorno ad esse un cumulo di fatti il più compiuto possibile, innanzi di avventurarsi ad istabilire certi paralleli che ora sono privi di qualunque verisimiglianza.

(1) In una traduzione italiana di questo classico libro, non devesi in tal proposito ommettere di favellare dei lavori fattivi sopra dal nostro amico professor C. Bellingeri di Torino, il quale fin dal 1819 pubblicava colà un suo saggio di elettricità del sangue nelle malattie. La qualità elettrica del sangue riconosciuta da Hales e da Psaff venne successivamente con indubitate prove dimostrata dal professore Vassali. Questi fece conoscere col mezzo del suo elettrometro, che il sangue in generale dà segni di elettricità positiva e che soltanto in alcuni casi di gravi infiammazione giugne a diventare elettrico negativamente; e siccome osservò che allora gli amalati perivano, così ei propose eziandio servirsi dell' elettrometro, come di *vitalitometro*. Convinto della veracità di queste esperienze, e animato dall' importanza e novità del soggetto, l' autore si prefisse di voler intraprendere nuovi tentativi ad oggetto di rischiarare sempre più questo punto dell' animale fisiologia, e noi ci occuperemo nel riferire brevemente i generali principii che stabilire si ponno dietro i risultamenti da esso ottenuti nella continuata serie delle sue numerose osservazioni.

Egli è certo pertanto che la elettricità del sangue sia nello stato di malattia, che in quello aprossimativo di sanita, è in generale diversa e per lo più maggiore dell'elettricità dell'aria, talchè appare il sangue non essere un semplice conduttore della elettricità dell'aria, ma averne una sua propria, la quale in onta delle variazioni elettriche dell' aria, mantiensi presso a poco sempre nel medesimo grado.

La elettricità del sangue nello stato approssimativo di sanità tiene il luogo di mezzo fra la elettricità del ferro e quella del rame, ma non è bene determinato se l' età, il sesso, il temperamento, il clima o la stagione possono in ciò recare qualche diversità. L' autore però inclina a credere che la elettricità del sangue si comporti alla guisa stessa della sua temperatura, cioè che essa si conservi costantemente eguale sotto qualunque delle indicate condizioni.

Stabilito così il grado della elettricità del sangue nello stato di sanità, si possono distinguere le malattie in due classi: alla prima appartengono quelle con elettricità diminuita, e alla seconda si riferiscono le altre con elettricità accresciuta. Nelle malattie infiammatorie avvi diminuzione di

(1) *Giunta della edizione veneta.*

elettricità nel sangue la qualità elettrica di questo umore e in ragione inversa della intensità della malattia: all' opposto, nelle malattie di languore avvi in generale aumento di elettricità nel sangue, e questo aumento è sempre in ragione diretta dell' intensità della malattia; e perciò si potrebbe dire che la elettricità del sangue segue le stesse leggi del principio vitale di Brown. Bastando alcuno goccie di sangue per istituire queste osservazioni, si potrà, anche nei casi in cui non convenga il salasso, cavare una piccola quantità di questo umore senza pericolo dell' ammalato, e quindi, ben verificati ed estesi gli esperimenti, si potrebbe con un mezzo fisico riconoscere la natura ed il grado della malattia.

Ogni qualvolta il sangue estratto formi cotenna esso ha al momento della sua estrazione una elettricità minore di quella che gli è propria nello stato di sanità, mentre allorchè ha una elettricità superiore a quella del grado naturale, esso non forma giammai cotenna.

Il sangue durante il salasso accresce la propria elettricità, ed è perciò che si spiega, come il sangue che spiccia sul principio del salasso, e che è più denso, più nero e meno elettrico, formi per lo più cotenna, laddove quello ch' esce sul finire dello stesso salasso, e ch' è più sciolto, più rosso e più elettrico, non si copra della crosta pleuritica. Questa regola non è però costante, anzi talora si osserva addivenire il contrario; ed a questo proposito anche Dehaen fece osservare che in alcuni rasi casi non forma cotenna il sangue che esce il primo da un salasso, e la forma invece quello che ne esce successivamente.

Il sangue tende più o meno prontamente dopo la sua estrazione a mettersi in equilibrio colla elettricità dell' aria, ora perdendo ed ora assumendo elettricità al contatto di essa; e perciò è supponibile ch' esso si manterebbe liquido se si potesse conservargli il medesimo grado di elettricità che gli è proria nel corpo umano, congiuntamente alle altre sue condizioni, e soprattuto alla temperatura ed al moto. Gerhard osservò che il sangue sottomesso all' azione dell'elettricità rimaneva più a lungo fluido di quello privo dell' influenza elettrica; ed è pur notabile che quest'umore, allorchè è meno elettrico, come in generale suo essere nelle malattie infiammatorie, perde anco nel corpo umano parte della propria liquidità, e diventa più denso e più tenace.

Il sangue che forma cotenna conserva per lo più lungamente quel grado di elettricità che possede al momento dell'estrazione, giacchè la crosta pleuritica, essendo di natura coibente, pone ostacolo all'equilibrio dell'elettricità del sangue con quella dell'aria. Osservò Hewson che il cruore sottoposto alla cotenna rimane lungo tempo liquido, e tarda a coagularsi:

la qual cosa, giusta il parere dell' autore, si deve al conservare che fa il sangue per molto tempo in simile circostanza il grado della propria elettricità.

Finalmente tosto che il sangue si decompone nelle sue parti, e presenta la divisione del siero e del cruore, non ha più allora un' elettricità sua propria, ma trovasi generalmente in equilibrio con quella dell' aria.

Nel 1826 ripigliava l' inclito Bellingeri i propri lavori sull' elettricità animale, e proponevasi di riconoscere e dimostrare qual sia la natura ed il grado di elettricità che compete al sangue nello stato di sanità; e siccome non potè negli uomini intraprendere un esteso numero di ricerche a tale oggetto, così si determinò a fare queste esperienze sopra diversi generi di animali, e quindi ebbe campo di sottoporre ad esame non solamente il sangue venoso, ma anche l'arterioso, e contemporaneamente esaminò pure l' elettricità dell' orina e della bile.

Cercò l'autore d' istituire siffatte sperienze coll' elettrometro del Vasalli e col voltimetro moltiplicatore del suo collega cavaliere Avogadro; ma non avendo potuto ottenere segni molto sensibili con tali istrumenti, si attenne al metodo da esso inventato, cioè di servirsi di una coscia di rana armata con due metalli eterogenei, il qual metodo fu dal Bellingeri esposto in una sua dissertazione inserita nel volume XXIII delle memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, e che ha per titolo: Esperienze ed osservazioni sul galvanismo.

Sulla lusinga, che a qualcun altro verrà in animo di ripetere tali esperienze, stimiamo utile, come fece l' autore, di esporre in breve tale metodo di esaminare l' elettricità dei diversi corpi, tanto più, che essendo molti stati testimonii di quest' operare, si sono convinti della evidenza dei risultati, sebbene sia il detto metodo alquanto delicato e composto.

Si distacca prima da una rana viva e scorticata, una delle estremità inferiori con il suo nervo aderente; quindi si asciuga bene la detta estremità, e provasi la sua irritabilità, se eccessiva o poca. Si arma a tale oggetto il muscolo ed il nervo con due lamine dello stesso metallo, le quali si fanno comunicare tra di loro con un arco metallico; se si contrae il muscolo, la rana è troppo irritabile, e conviene lasciar trascorrere un poco di tempo, finchè colle armature omogenee non si ottengano più contrazioni; ed allora sarà segno che l' estremità della rana non è eccessivamente irritabile. Per riconoscere poi se è poco irritabile, si armi il muscolo ed il nervo con due metalli poco eterogenei tra loro rispetto alla elettricità: se fatta la comunicazione tra loro, l'estremità della rana non si contrae, segno è che dessa risulta poco irritabile: che se la contrazione ha

luogo, la coscia della rana è irritabile a dovere, e perciò valevole a servire di elettrometro.

Determinata così l' adeguata irritabilità della rana, le contrazioni si avranno col seguente ordine, cioè, quando sta l' armatura positiva al muscolo e la negativa al nervo, la contrazione succede soltanto chiudendo il circolo; ed invece essendo positiva l'armatura del nervo e negativa quella del muscolo, la contrazione ha luogo soltanto distruggendo il circolo.

Stando a questi principii, l' autore ha determinato il seguente ordine dei metalli, cioè zinco, piombo, mercurio, stagno, antimonio, ferro, rame, bismuto, argento, oro, platino, piombaggine o carburo di ferro; quindi mettendo uno dei primi metalli al nervo, ed uno dei seguenti al muscolo, la contrazione succede chiudendo il circolo, ed invertendo l'ordine dell'armatura, la contrazione ha luogo aprendo il circolo. L' autore ritiene perciò che i primi metalli sieno meno elettrici dei successivi.

Stabilito così l' ordine dei metalli, volendo esaminare la elettricità degli altri corpi solidi o liquidi, si applica un metallo qualunque al muscolo, ed il corpo che si vuole esaminare, al nervo; quindi si pratica con un arco mettallico la comunicazione tra le armature; se la contrazione ha luogo chiudendo il circolo, significa che il corpo armatura del nervo è meno elettrico del metallo posto per armatura del muscolo; che se la contrazione succede soltanto aprendo il circolo, allora significa l' inverso, cioè il corpo che sta per armatura del nervo è più elettrico del metallo armatura del muscolo. Se poi la contrazione non succede nè in un tempo nè nell'altro, allora può significare due cose: o che il corpo posto per armatura del nervo è elettrico come quel metallo del muscolo posto per amatura, ovvero che il corpo, che sta per armatura del nervo, non è motore della elettricità; la qual cosa si riconosce adoperando successivamente i due metalli più eterogenei cioè zinco, oro, o piombaggine; e così se con nissuno dei detti metalli ed il dato corpo si producono giammai contrazioni, questo indica che quel corpo non è punto motore della elettricità.

Trattandosi adunque di esaminare la elettricità del sangue, o di qualche altro umore animale, l'autore propone di armare col sangue il nervo ed il muscolo con un dato metallo, ad esempio, col ferro, e si fa quindi la comunicazione con un arco metallico tra il sangue ed il ferro: se la contrazione non ha luogo, si cambia la disposizione delle armature, cosicchè il ferro stia al nervo, ed il sangue al muscolo, e si fa di nuovo la comunicazione fra il sangue ed il ferro; e se così nemmeno ha luogo la contrazione, si conchiude, che la elettricità di quel sangue è uguale a quella del ferro. In tal caso accaderà necessariamente, che servendosi

dell'antimonio o di un altro metallo superiore al ferro nella serie annunziata, le contrazioni accaderanno con quest'ordine; cioè, mettendo l'antimonio al nervo, ed il sangue al muscolo, questo si contrarrà soltanto chiudendo il circolo; e cambiando disposizione in modo, che il sangue stia al nervo e l'antimonio al muscolo, fatta la comunicazione, o non si ha giammai contrazione, o si ottiene soltanto levando l'arco, o distruggendo in qualunque modo il circolo. In vece, se prendesi il rame od un altro metallo inferiore in ordine al ferro, le contrazioni si ottengono col seguente ordine: cioè, se si pone il rame al muscolo, ed il sangue al nervo, fatta la comunicazione, il muscolo si contrae chiudendo l'arco; ed invertendo l'ordine delle dette armature, o non succede contrazione, o soltanto levando l'arco.

Per più esattamente esaminare la elettricità del sangue e degli altri umori, quando non si ottiene giammai contrazione alcuna con un dato metallo ed un dato umore, ad esempio, con la bile ed il rame, è necessario esperimentare i metalli vicini al rame, cioè il ferro ed il bismuto o l'argento per viemeglio riconoscere la elettricità di quel liquido. Accade però alcune volte, che non con un solo, ma con due o tre metalli successivi nell'ordine non si ottengono contrazioni, così, ad esempio, colla bile ed il rame, il ferro e l'antimonio; e si ottengano con tutti gli altri metalli; da ciò l'autore ne deriva, che quel dato umore è un conduttore imperfetto dell'elettricità.

Siccome però riesce difficile ed incomodo l'applicare i diversi liquidi animali per armatura del muscolo o del nervo, perciò l'autore ha proposto, e pratica di ricevere i diversi umori in un bicchiere di cristallo, e per mezzo di un arco metallico sostenuto da simile lamina, che gli serve di base, fa comunicare l'umore col muscolo od il nervo che si soprappone alla base di detto arco, il quale viene chiamato arco comunicatore; ed arco conduttore dice quello che serve a fare la comunicazione tra il metallo posto per armatura, e l'umore che si vuole esaminare. L'autore si serviva di un arco comunicatore di ottone, e l'arco conduttore era di ferro; e nota doversi servire di detti archi composti degli indicati metalli, se si vuole ottenere uniformità di resultati.

Scorgesi da tutto ciò, che con tal metodo non si determina la vera natura e grado della elettricità propria dei corpi e dei varii umori animali, ma che soltanto si fa un paragone tra la loro elettricità e quella dei varii metalli, i quali tutti la possedono tra loro diversa; e presso a poco quasi tutti convengono nell'ordine rispettivo che tengono i metalli relativamente alla elettricità, e poco diversifica la serie elettrica dei metalli data dal Volta, dal Berzelio, dal Bellingeri e dall'Avogadro.

Nota, finalmente, che prima di esaminare la elettricità del sangue e degli altri umori animali, conviene collo stesso metodo esaminare la elettricità dell'acqua comune, per riconoscere la elettricità dell'aria nel tempo e luogo ove si fanno le esperienze.

Esposto così il metodo da esso tenuto, in tre distinti capitoli, riferisce le esperienze intraprese pel corso di alcuni anni sulla elettricità del sangue, dell'orina e della bile degli animali. Noi qui parleremo soltanto delle sue scoperte sul primo.

Sulla elettricità del sangue degli animali.

Questo capitolo è diviso in due articoli: nel primo trattasi della elettricità del sangue venoso, e nel secondo di quella del sangue arterioso.

ARTICOLO I.

Della elettricità del sangue venoso.

Furono istituite le sperienze in 43 vitelli di età e sesso varii, ed in tutte le stagioni dell'anno e nelle diverse ore della giornata, e perciò in condizioni variatissime dell'atmosfera, siano termometriche, barometriche, meteorologiche che elettriche dell'aria stessa. La elettricità del sangue (che in tutti si estrasse dalla vena jugulare), fu quasi sempre superiore alla elettricità propria del ferro, e minore di quella del rame; rare volte si riconobbe uguale a quella del ferro. Da ciò ne deduce, che nello stato di sanità è quasi sempre la medesima la elettricità del sangue venoso dei vitelli; cioè, o poco superiore od uguale a quella del ferro, e che le diverse circostanze di sesso, di stagione, di epoche della giornata e delle varie condizioni dell'atmosfera, nulla influiscono nel cangiare la elettricità del sangue nello stato di sanità. L'autore ebbe occasione di confermare con una osservazione, che anche nei vitelli, sopravvenendo una malattia infiammatoria si diminuisce la elettricità del sangue venoso, poichè in una vitella, che credevasi sana, ritrovò che la elettricità del sangue venoso era minore di quella dell'antimonio e maggiore di quella dello stagno; ma questa vitella avea fatto poco prima un lungo viaggio e dopo morta si videro le carni ed il grasso assai rossi, onde si argomentò della presenza della febbre mentre era in vita.

In una giovenca gravida da tre mesi, la elettricità del sangue venoso era eguale a quella del ferro.

In cinque buoi dell'eta di quattro o di sei anni, la elettricità del sangue venoso fu sempre ritrovata uguale a quella del ferro, e da ciò ne deduce l'autore, che nella medesima specie di animali una età più avanzata fa sì che alcun poco si diminuisca la elettricità del sangue venoso; poichè nei vitelli per lo più la elettricità del sangue era superiore a quella del ferro.

In tre agnelli di circa un mese la elettricità del sangue venoso era maggiore di quella del ferro e minore di quella del rame, mentre in altri due agnelli il sangue venoso avea una elettricità uguale a quella del ferro; e così pur fu riscontrata la elettricità del sangue venoso di tre montoni di circa quattro anni.

Fu pure esaminata la elettricità del sangue venoso degli uccelli, cioè di polli gallinacci, del pollo d' India, dell'anitra; e fu trovata nei polli superiore alla elettricità del ferro, ed inferiore a quella del rame; e nell'anitra, la elettricità del sangue era simile a quella del ferro.

Da tutto ciò ne conchiude l'autore, che la elettricità del sangue venoso degl' indicati animali è presso a poco sempre la medesima nello stato di sanità sotto qualunque siasi circostanza, e che soltanto nell'età più avanzata diminuisce un poco la elettricità del sangue.

Nota per ultimo l'autore, che nello stato di sanità il sangue conserva anche lungo tempo dopo l'estrazione, il medesimo grado di elettricità che avea tosto dopo la sua emissione.

La elettricità del sangue di tre cavalli sani fu riscontrata poco superiore e piuttosto uguale a quella dell'antimonio, minore di quella del ferro e superiore a quella dello stagno, e tale fu pure un giorno dopo, essendosi il sangue diviso in siero ed in cruore, ed avendo formato un'alta e molle crosta; onde il sangue venoso dei cavalli è un poco meno elettrico del sangue dei sopraddetti animali; e crede il Bellingeri, che sia questa anche una causa per cui si forma la cotenna nel sangue dei cavalli sebbene sani.

Esaminò altresì la elettricità del sangue venoso di tre cavalli, i quali avevano tumori infiammatorii-linfatici alle gambe, prodotti da causa reumatica, ed erano senza febbre; e riconobbe in questi che la elettricità del sangue era eguale a quella dell'antimonio, e nel tempo stesso minore di quella dello stagno; onde tal sangue era un conduttore imperfetto della elettricità; osservazione questa, che combina con quella di Humboldt, cioè che gli ammalati di reumatismi non trasmettono il fluido elettrico svolto dalla pila del Volta.

In un cavallo di nove anni, che avea un tumore linfatico ad una

gamba, ed a cui era stato applicato il ferro rovente poco tempo prima, e che avea febbre, l' elettricità del sangue venoso fu trovata uguale a quella dello stagno, minore di quella dell' antimonio, e superiore a quella del piombo; ed in un altro cavallo ammalato con bronchitide acuta e febbre, l' elettricità del sangue venoso era inferiore a quella dello stagno, e superiore a quella del piombo: dalle quali osservazioni risulta, che anche nei cavalli l' elettricità del sangue venoso diminuisce al sopravvenire di una malattia infiammatoria, come già l'autore dimostra con molte osservazioni succedere negli uomini,

ARTICOLO II.

Sulla elettricità del sangue arterioso.

In dodici vitelli, in cui poco prima era stato esaminato dall' autore l' elettricità del sangue arterioso tosto dopo l' estrazione, la quale ebbe luogo ora dall' arteria mascellare ed ora dalla caudale, la sua elettricità non fu trovata costante, ma bensì in alcuni simile a quella dell'antimonio; in altri superiore a quella dell'antimonio e minore dell'elettricità del ferro; in altri uguale a quella dell'antimonio e del ferro nel tempo stesso; mentre in altri era eguale a quella del ferro, ed in pochi finalmente si riscontrò di poco superiore all' elettricità del ferro. Dal che ne consegue, che l' elettricità del sangue arterioso anche nello stato di sanità non è sempre la medesima, ma un poco varia. Paragonando poi l' elettricità del sangue venoso ed arterioso dello stesso animale, si scorge che per lo più il sangue arterioso è un poco meno elettrico del sangue venoso, e raramente ha il medesimo grado di elettricità.

Il sangue arterioso anche molto tempo dopo la sua estrazione, conserva presso a poco il medesimo grado di elettricità che aveva nel tempo della sua emissione; grado che compete tanto al siero come al cruore.

Una sola volta esaminò l'autore l'elettricità del sangue arterioso presenta una malattia, cioè in quella vitella di cui si è parlato superiormente; e ritrovò l' elettricità del sangue arterioso uguale a quella dell' antimonio e del ferro, minore dell' elettricità del rame e maggiore di quella dello stagno; già si vide superiormente che l' elettricità del sangue venoso era inferiore a quella dell' antimonio e maggiore dell' elettricità dello stagno; dalla quale osservazione si potrebbe dedurre, che nello stato di malattia cambiasi bensì l' elettricità del sangue venoso, ma non già quella del sangue arterioso.

Negli agnelli, nei montoni, negli uccelli e nei cavalli, l'elettricità del sangue arterioso fu sempre riscontrata dall' autore od uguale o rare volte un poco minore dell' elettricità del sangue venoso. Il sangue arterioso anche diviso in siero ed in cruore, conservava sempre il medesimo grado di elettricità che aveva tosto dopo l' emissione, grado che era proprio tanto del siero, del cruore, come anche della cotenna che presentava il sangue arterioso dei cavalli.

Delle quali osservazioni tutte l'autore ne deduce, che negli animali l'elettricità del sangue arterioso è per lo più minore di quella propria del sangue venoso, qualche volta anche simile, ma giammai superiore, che anzi è opinione del Bellingeri, che sia sempre il sangue arterioso un poco meno elettrico del sangue venoso; cosa che non si può bene riconoscere, stante che il sangue arterioso muta più presto lo stato di sua elettricità, e si coagula più prontamente del sangue venoso.

SEZIONE SECONDA

Vita del sangue.

§. 692. Siccome il sangue rimane simile a sè stesso nell' interno dell' organismo vivente (§. 688), mentre che, fuori di quest' organismo, esso non tarda ad iscomporsi (§. 667), così deve dipendere dall' azione vivente delle parti solide, ed in sua qualità di succo vitale (§. 660, 3.°), deve alla sua volta reagire sopra di queste e mantenere la loro esistenza. È adunque il sangue in conflitto cogli organi, e piglia parte alla vita considerata nel suo complesso, vale dire si comporta qual membro vivente dell' organismo. Ora la essenza di tale conflitto, consiste soltanto nel mutamento della proporzione dei principii costituenti e delle forze, sicchè esso non cade immediatamente sotto i sensi. Suppone però certi cambiamenti di luogo, od alcuni movimenti del sangue, i quali altri ne strascinano eziandio dietro a sè, e siffatti movimenti visibili rappresentano il lato esterno della vita del sangue, mentre che il conflitto chimico-dinamico appartiene alla vita interna o propriamente detta di questo liquido. Avendo quindi risoluto di procedere ovunque dall' esterno all' interno, dobbiamo occuparci prima del movimento del sangue (§§. 692 - 740), per giungere alla conoscenza della sua vita interna (§§. 741 - 773).

PRIMA SUDDIVISIONE

Vita esterna del sangue.

CAPITOLO I.

Fenomeni della vita esterna del sangue.

Basta la testimonianza degli occhi per convincerci che il sangue è agitato da certo movimento continuo nel corpo animale vivente. Infatti, quando apresi un vaso, questo liquido si slancia sotto forma di getto, mentre che sul cadavere, esso non fluisce se non in quanto lo comportano le leggi della gravità e della pressione. Allorquando si comprime o si lega un vaso, esso gonfiasi da un lato e si vuota dall' altro. Sentesi altresì il

movimento del sangue nel polso delle arterie, e lo si scorge nei vasi, allorquando questi sono trasparenti. D'altronde siffatto movimento emerge già dalla idea che dobbiamo formarci di un liquido incaricato di presiedere alla vita (§. 660, 3.°).

Il movimento del succo vitale non può tenere che due direzioni, una indeterminata e variabile, l' altra che rimane sempre la stessa.

I. Nel primo caso, il succo vitale ha ora una direzione ed ora un'altra, secondo che è desso chiamato verso questo o quel punto.

1.° Questo stato di cose accade nel più basso gradino della organizzazione, negli animali maggiormente inferiori (§. 661, 4.°), come altresì nei vegetali, quelli in ispecialità che consistono unicamente in tessuto cellulare, senza che sianvi strade speciali tracciate nel loro interno. Non essendo già il succo vitale per anco separato mediante pareti che in ispecialità gli appartengano, si sparge senza direzione determinata nei vuoti della massa organica, e penetra la stessa sostanza solida. Dimostrasi principalmente tale fenomeno nei vegetali, presso i quali una porzione del succo fluisce nei condotti intercellulari, mentre l' altra penetra attraverso le pareti chiuse delle cellule. Porta esso il nome d' *imbibizione.*

2.° Ad un grado alquanto più elevato, il succo vitale è imprigionato da pareti speciali, nell' interno delle quali esso muovesi come in una carriera fissa, ma senza avere ancora direzione stabilita, e per vera *fluttuazione*, la quale lo porta ora al dinanzi, ora all' indietro. È questo il caso degli echinodermi e degli annelidi, come altresì degli animali il cui tubo digerente si ramifica più o meno alla maniera di vasi (§. 661, 3.°).

II. Quando il succo vitale fluisce sempre nella stessa direzione, siccome non si riproduce del continuo, è costretto, giungendo alla estremità dello spazio che percorre in un verso, di ritornare sopra sè stesso, e di seguire una direzione inversa per raggiungere il principio del cammino ch' esso percorse, ed allora evvi *circolazione.*

3.° Nel suo stato rudimentario, la circolazione è *parziale*, o senza vasi conduttori. L' organismo, mancando di unità superiore, si compone di segmenti omogenei, ciascuno dei quali ha la sua propria circolazione, senza che questa sia compita da disposizioni organiche particolari. Per tal guisa, nelle diverse specie di *chara*, nella *caulinia fragilis*, *nitella*, *vallisneria spiralis*, *najas major*, *hydrocharis morsus ranae*, *stratiotes aloides*, *sagittaria sagittifolia*, e probabilmente ancora altre piante, scorgesi in ogni cellula, alcuni globetti bianchi eseguire regolarmente e senza interruzione certo movimento che consiste nello ascendere lungo una delle pareti laterali, nel recarsi per traverso della parete superiore, nel

discendere lungo l' altra parete laterale, e riprendere la direzione trasversale nella parete inferiore. Siccome siffatto movimento si rassomiglia perfettamente a quello del nuoto, si ammette che il succo trasparente contenuto nelle cellule eseguisca, coi suoi globetti, una circolazione.

4.° Negli animali invertebrati superiori ed in tutti i vertebrati, accade una circolazione generale, estesa per tutto il corpo, nell' interno dei vasi arteriosi diretti verso la periferia, e dei vasi venosi ritornanti al centro. Perrault e Mariotte, concludendo colla scorta dell' analogia degli animali superiori, ammettevano altresì una circolazione di questo genere nei vegetali, ma furono confutati da Hales. Ai giorni nostri vide Schultz, dapprima nelle foglie del chelidonio, poi nelle altre parti di questa pianta, e finalmente in tutti i vegetali provveduti di succo latteo, questo succo produrre due correnti opposte, ed ammise, in siffatti esseri, una circolazione generale nell' interno dei vasi afferenti ed efferenti proprii; ma, da dieci anni, questa ipotesi, lungi dal raffermarsi, fu formalmente combattuta da molti osservatori sopra la esattezza dei quali puossi calcolare, sicchè non è ancora permesso riporla nel novero dei fatti avverati.

ARTICOLO I.

Carriera percorsa dal sangue.

I. FORME DIVERSE DELLA CARRIERA CHE PERCORRE IL SANGUE NEI DIVERSI ANIMALI (1).

A. *Animali senza vertebre.*

§. 693. I. La più semplice forma di distribuzione del succo vitale è la imbibizione organica. Siamo costretti ammetterla in tutti gli animali semplici, nei quali i processi dell' anatomia ed il microscopio non hanno potuto far iscoprire nè vasi propriamente detti, nè vie alimentari ramificate. Ecco quanto accade negl' infusorii, nei polipi, ed in molti entozoari.

II. Immediatamente dopo viene la distribuzione del succo mediante vasi particolari. Accade essa dapprima per mezzo di uno stomaco od un canal intestinale ramificato, i cui rami vanno bensì sempre

(1) *Compilato intieramente da G. Muller.*

suddividendosi, come quelli dei vasi sanguigni, ma finiscono col terminarsi in fondo di sacco. Qui ripongonsi gli acalefi, le planarie, e fra gli entozoari le trematodi. Negli acalefi, lo stomaco si ramifica fin a produrre condotti reticellati terminati da fondi di sacco. Ma Duges, nelle planarie, Bojano e Mehlis, nelle trematodi, e ne distomi specialmente, scopersero, indipendentemente dal tubo intestinale ramificato, un sistema vascolare speciale, il quale sembra essere affatto indipendente dalle estremità a fondo di sacco del tubo intestinale, e riunirsi in un piccolo tronco vascolare centrale. Nelle planarie, il tronco vascolare principale consiste in una grande ansula ovale, situata nel piano dell'animale e dalla quale partono i reticelli capillari (1). Nei distomi, il tronco dei vasi corrisponde all' asse longitudinale del corpo (2). Nel *tristoma coccineum*, esso è circolare.

III. Giusta le belle ricerche di Tiedemann, l' ordine degli echinodermi, che comprende le asterie, gli orsini e le oloturie, si fa già osservare per certa complicazione maggiore della carriera del succo vitale, ma che non avviene senon nel tubo intestinale, nelle branchie e nella ovaja. Nelle stelle di mare, numerose vene ed a pareti sottilissime, che vengono dallo stomaco, dalle appendici cecali e dalle ovaje si riuniscono in un sol tronco. Questo forma certa dilatazione analoga ad un cuore, e si ramifica alla maniera di un' arteria. Negli orsini, vi sono due tronchi vascolari ai lati del tubo intestinale; questi due tronchi comunicano insieme mediante una dilatazione cordiforme e le loro ramificazioni maggiormente delicate. Trovansi pure, nel tubo intestinale delle oloturie, due tronchi, i quali sono uniti insieme tanto mediante le loro ramificazioni che per mezzo di un gran reticello vascolare situato sopra una delle branche dell'organo respiratorio. Però in questi animali, del pari che nel maggior numero degli annelidi, non sembra convenevole stabilire una distinzione tra arterie e vene, dappoichè nei vermi a sangue rosso, niuno dei tronchi vascolari non si comporta intieramente come vena, ed anzi, lungi da ciò, ciascuno di essi alternativamente riceve il sangue dai reticelli capillari, come lo farebbe una vena, e lo rinvia mediante le sue contrazioni, in questi stessi reticelli, alla maniera delle arterie. Torna facilissimo osservare durante la vita, negli annelidi, siffatta alternazione dei tronchi vascolari, i quali in conseguenza rappresentano piuttosto altrettanti cuori che arterie e vene.

Indipendentemente dal sistema vascolare sanguigno delle parti interne, gli echinodermi ne possedono inoltre, giusta le osservazioni di Tiedemann,

(1) *Duges, negli annali delle scienze naturali, t. XV, p. V.*

(2) *Mehlis, De Distomate hepatico et lanceolato, Gottinga*, 1825, *in fol.*

un altro affatto speciale, il quale si riferisce allo esercizio della locomozione. Questo secondo sistema è composto di vasi, i quali partono raggiandosi, da un canale circondante la bocca, e vanno a raggiungere la superficie interna della pelle, come nelle oloturie, od il guscio calcareo, come negli orsini e nelle asterie. Questi vasi si aprono nei tentacoli cavi e nelle loro dilatazioni vescicoliformi. Contengono un liquido chiaro come acqua, il quale, durante i movimenti dell' animale, si sparge nei tentacoli, di cui effettua la turgescenza ed il raddrizzamento. Quando le parti ritornano sopra sè stesse, il sangue rientra nei vasi. Il liquido che questi contengono non soffre già adunque una circolazione, ma soltanto un flusso dall' interno all'esterno ed un riflusso dall' esterno all' interno (1).

IV. La carriera percorsa dal sangue negli annelidi, ha molta analogia con quella che osservasi negli echinodermi. Tutti i tronchi vascolari devono essere considerati come cuori, i quali alternativamente ricevono il sangue dai reticelli vascolari, e ve lo spingono mediante la contrazione delle loro pareti. Non sonvi che taluni di siffatti vermi, gli arenicoli, per esempio, nei quali i cuori vascolari offrono già dilatazioni alquanto considerabili.

1.° La sanguisuga ordinaria *(hirudo vulgaris)* è fra tutti gli annelidi quella di cui meglio si conosce il movimento del sangue. Giusta le mie osservazioni microscopiche sopra questi animali semi-trasparenti (2), essi hanno due tronchi vascolari laterali, i quali comunicano alle loro estremità, e mediante anastomosi trasversali, tanto l'uno coll'altro che con un terzo tronco situato alla parte mediana del lato ventrale. Il tronco vascolare mediano presenta gonfiamenti nodosi nei punti in cui il cordone nervoso offre gangli. Esaminando con diligenza si scorge non essere desso che l'involucro dello stesso cordone nervoso ; ma la osservazione dimostra altresì che esso riceve sangue, e per conseguenza questo circonda il cordone nervoso. Evvi un momento, in cui il vaso laterale di un lato ed il vaso mediano, del pari che le anastomosi trasversali situate tra essi, si riempiono simultaneamente di sangue, mentre l'altro vaso laterale ed i rami che ne partono sono vuoti. Un momento dopo, questo secondo vaso laterale e le due ramificazioni sono soli pieni di sangue, mentre l'altro ed il mediano trovansi entrambi vuoti. Sempre uno dei vasi laterali ed il mediano sono insieme in antagonismo coll'altro vaso laterale solo. La

(1) *Tiedemann, Anatomie der Raehrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesternes und Steinigels. Landshut,* 1816, *in fol.*

(2) *Meckel, Deutsches Archiv,* 1828, *fasc. I, tav. I, fig.* 1.

comunità tra uno dei laterali ed il mediano dura qualche tempo, circa venti in venticinque pulsazioni dopo di che il rapporto cambia, e l'altro vaso laterale, il quale fino allora era solo, si empie e si vuota di concerto col mediano. Il passaggio del sangue si effettua nel seguente modo. Durante la contrazione di uno dei vasi laterali esso fluisce visibilmente, attraverso il mediano, in quello del lato opposto, d'onde ritorna durante il secondo tempo; però la contrazione e lo scorrimento cominciano sempre per di dietro e si portano al dinanzi, quasi per un movimento ondulatorio; il vaso laterale ed il mediano incominciano dunque sempre a vuotarsi per la loro parte posteriore, ed il vaso dapprima vuoto, a riempirsi per la sua parte anteriore. Dice positivamente Dugès che il sangue descrive un circolo nei due vasi laterali, sicchè uno di essi si contrae prima all' indietro e l'altro prima al davanti, ed in conseguenza il sangue descrive, all'orlo dell'animale, una grande carriera che ritorna sopra sè stessa. Tagliando l'animale per traverso, la circolazione continua ancora qualche tempo nella stessa maniera, a motivo dei vasi trasversali, come osservò Rudolfi. Quindi essa percorre due vie, un cerchio orizzontale di un vaso laterale nell'altro, e parecchie ondulazioni trasversali dell'uno nell'altro egualmente, col favore delle anastomosi situate per traverso. Nella sanguisuga medicinale ed in quella del cavallo, vi sono due tronchi vascolari laterali ed un sottile vaso dorsale mediano, per conseguenza una disposizione differente da quella che si osserva nella *hirudo vulgaris*, dove il vaso mediano è situato nel lato ventrale. Parla altresì Dugès (1) di un vaso ventrale, il quale sembra circondare il cordone nervoso nella *sanguisuga officinale*. Secondo lo stesso osservatore, il vaso dorsale ed il vaso ventrale si anastomizzano insieme mediante rami dorso-addominali; altri rami vanno dai vasi laterali al vaso dorsale, anastomosi che Bojano cercò in vano per sì gran tempo. Le anastomosi trasversali, i vasi laterali ed i loro reticelli vascolari furono conosciuti da Bojano meglio che da qualunque altro (2). Giusta le osservazioni di Weber altresì, i tronchi laterali si comportano come cuori, i quali spingono alternativamente il sangue nelle anastomosi trasversali e nei reticoli capillari. Qui neppure, non vi sono arterie nè vene costanti, ma certi cuori vascoliformi, alcune anastomosi trasversali e vasi capillari, i quali mantengono alternativamente il sangue in direzioni differenti. Osservò Weber la circolazione sopra embrioni a maturità di sanguisuga (3). Primieramente un vaso laterale si

(1) *Annali delle scienze naturali*, *t. XV*, *p.* 310.
(2) *Isis*, 1818, *p.* 2089, *tav.* 26, *fig.* 3-4.
(3) *Meckel, Deutsches Archiv*, 1828, *fasc.* 4.

riempiva e si vuotava quasi nello stesso momento; subito dopo, l'altro vaso laterale si riempiva e si vuotava altresì ad un tratto; poi accadeva una piccola pausa, durante la quale i due vasi laterali erano vuoti. Siffatti movimenti si ripetevano dappoi molte volte collo stesso ordine. La circostanza che la replezione del secondo vaso laterale accadeva talvolta in modo rapidissimo, e talvolta soltanto in seguito ad un piccolo riposo dopo la contrazione del primo, si spiega, per mio avviso, mediante i movimenti dell'animale, che dovevano ora facilitare il passaggio attraverso le anastomosi, ed ora renderlo più difficile. Vide egualmente Weber, d'accordo colle mie osservazioni sopra la *hirudo vulgaris*, che una delle estremità del vaso longitudinale si riempie pel primo di sangue, poi successivamente il mezzo e l'altra estremità, mentre che la prima incomincia già a vuotarsi per contrazione. Finalmente riscontrò Weber, al pari di me, certa periodicità; dopo che il vaso laterale erasi così riempito e vuotato otto in tredici volte in guisa che la ripienezza e lo sgorgamento cominciassero per la estremità cefalica e si prolungassero poco a poco verso la estremità caudale, avveniva una piccola pausa, poi il movimento si trasportava nel vaso laterale, di maniera che era la estremità caudale che principiava a riempirsi ed a vuotarsi la prima.

Secondo le osservazioni di Duges, i vasi che si spargono sopra le vescichette respiratorie, nelle irudinee, sono arteriosi e venosi. Le arterie polmonari consistono in rami dei tronchi spettanti ai vasi laterali; le vene polmonari sarebbero gli enimmatici canali ravvoltolati, che sono situati sopra i vasi laterali, in vicinanza delle vescichette respiratorie, e la cui connessione era finora sfuggita a tutti gli osservatori. Dugès vide queste ansule vascolari a contrarsi, e sempre partendo dai vasi laterali, nei quali s' imbocca una delle loro estremità. Se le sue osservazioni sono esatte, questi corpi riescono paragonabili a dei cuori polmonari, destinati a ricondurre il sangue ossidato nei tronchi principali, d' onde esso è partito per introdursi in piccoli cerchi laterali (1). Devesi aspettare con impazienza la confermazione di un fatto così importante.

2.° Leo e Dugès sono quelli che ci diedero maggiori ragguagli sopra il sistema vascolare del lombrico terrestre. In quanto al lavoro di Morren, nol conosco che per estratti. Leo (2), Morren (3) e Dugès si accordano all' incirca quanto ai vasi principali; solo Leo e Morren distinsero i

(1) *Annali delle sc. nat., t. XV, tav. VIII, fig.* 2.

(2) *De structura lumbrici terrestris, Koenigsberg*, 1820.

(3) *De lumbrici terrestris historia naturali necnon anatomia, Brusselles*, 1829, *in* 4.°, *fig.*

tronchi in arterie e vene, ciocchè non conviene, mentre agiscono come cuori, e solo i loro rami si comportano ora come arterie ed ora come vene. Ma Leo diede considerazioni più precise sopra le vene e le arterie polmonari. Sonvi due tronchi principali; il vaso addominale, sotto il tubo intestinale, ed il vaso dorsale al disopra; ambidue comunicano insieme, tanto mediante piccole ansule che circondano il canal intestinale, quanto per cinque in otto (cinque a sei secondo Morren, cinque secondo Leo, sette in otto secondo Dugès, otto in nove secondo Meckel) rami di comunicazione voluminosissimi ed in forma di collane di perle che si trovano alla regione delle ovaje. I due tronchi vascolari principali somministrano altresì, secondo Leo, i vasi destinati alle vescichette polmonari. Indipendentemente da questi due grossi tronchi, di cui il superiore è quello che presenta le più forti pulsazioni dirette dall' indietro al dinanzi, sonvi inoltre tre piccoli vasi longitudinali, di cui Leo e Dugès fanno menzione; accompagnano essi il cordone nervoso; quello di mezzo è il più grosso, e Morren gli dà il nome di arteria nervoso-ventrale; comunica esso con le anastomosi dei vasi addominale e dorsale. La alternazione dei vasi nella loro azione non è già conosciuta. Il cerchio principale è inverso di quanto avviene nelle irudinee piatte; dalla estremità posteriore del vaso longitudinale superiore esso recasi al dinansi ed all' indietro e va a raggiungere il vaso longitudinale inferiore; cammin facendo, il sangue trovasi gettato negli archi laterali e nei reticelli capillari.

3.° La più perfetta di tutte le forme di organi circolatorii fra i vermi, si rinviene nell' arenicola; ma le osservazioni che vi si riferiscono sono poco d' accordo; diviene impossibile conciliare le descrizioni di Cuvier, Oken ed Home; quindi fui molto contento di poter studiare una specie, l' *arenicola carbonaria*, di cui possedeva non pochi individui. Evvi un grosso vaso principale ravvoltato, nel dorso, fra le branchie, ed un altro al disotto, fra l' intestino ed il cordone nervoso; l' inferiore si prolunga fin alla testa, s' incurva allora in arco verso il sistema nervoso situato sotto di esso, e si divide colà in due vasi più piccoli, i quali accompagnano il cordone nervoso intiero sul lato, e forniscono certe anastomosi coi vasi branchiali inferiori, prima che questi s' imboccano nel vaso principale inferiore. I vasi branchiali superiori, che diconsi ordinariamente arterie branchiali, sono rami del vaso principale superiore, e gli inferiori quelli del vaso principale inferiore. Il tubo intestinale possede inoltre due vasi longitudinali sottili, uno superiore, l'altro inferiore, formanti tra essi il più bel reticello capillare che sia possibile di vedere, ma comunicante in alto col vaso principale superiore mediante molti vasi sottili, all' ingiù col vaso

principale inferiore, di maniera che i vasi dell' intestino costituiscono un sistema particolare, cui i suoi piccoli tronchi longitudinali attaccano mediante anastomosi al grande sistema dei vasi principali. Finalmente devo inoltre indicare un' anastomosi del vaso principale superiore e dell' inferiore, nel davanti, nel sito in cui le appendici laterali particolari, le orecchiette del cuore, si applicano al grosso tronco del vaso superiore. Siffatte orecchiette ricevono un ramo anastomotico dal vaso principale inferiore, ed in conseguenza riconducono subito una parte del sangue di quest'ultimo nel tronco principale superiore, mentre che la massima parte del sangue di questo stesso tronco inferiore si dirige più al davanti, per passare nei vasi del cordone nervoso. Oltre le anastomosi dei due tronchi principali coll' intermedio del sistema vascolare intestinale, essi compariscono comunicare altresì ambidue coi vasi cutanei. Siccome conosciamo ora la direzione delle correnti principali, giusta quanto ne dicono Cuvier ed Home, sebbene quest' ultimo abbia confuso l' alto ed il basso, puossi, secondo la nostra descrizione, farsi un' idea abbastanza compiuta della circolazione. Il sangue perviene nel tronco vascolare superiore, prima dal tronco inferiore per le orecchiette e la doppia anastomosi, poi dal sistema vascolare intestinale mediante le numerose anastomosi delicate del vaso superiore del corpo col vaso longitudinale superiore dell' intestino. Dal tronco vascolare superiore, che Cuvier nomina arteria branchiale, il sangue passa nei quattordici vasi branchiali superiori di ogni lato; il sangue ossidato ritorna dai quattordici vasi branchiali inferiori di ogni lato verso il tronco vascolare inferiore; ma tutti i vasi branchiali inferiori ricevono, inoltre, certi vasi laterali del cordon nervoso, alcune anastomosi che tutti gli osservatori ommisero, del pari che i vasi laterali del cordone nervoso sfuggirono egualmente a tutti. Il tronco principale inferiore riceve adunque il sangue dei vasi branchiali inferiori e li riconduce nel corpo, vale dire in due sistemi capillari, quello del canal intestinale, e l' altro della pelle, forse altresì nelle branchie. Siccome il tronco principale inferiore cammina dal di dietro al dinanzi, nel lato inferiore del tubo intestinale, durante questo tragitto esso fa passare una parte del suo sangue, mediante numerose anastomosi sottili, nel vaso longitudinale inferiore del tubo intestinale, poi nel reticello capillare dell' intestino, verso il vaso longitudinale superiore di quest' ultimo, d' onde il sangue può ritornare, mediante le sue anastomosi verticali, nel tronco principale superiore. Un' altra parte del sangue rinviene dal tronco principale inferiore nel superiore per l'ansula destinata alle orecchiette; ma la maggior parte di quello del tronco principale inferiore, continua a seguire questo vaso, ed al momento in cui esso ripiegasi

al dinanzi, si porta non all' insù, ma nei vasi laterali del cordone nervoso, che accompagna questo in tutto il suo tragitto. Da di là il sangue ripassa nei vasi branchiali inferiori, e per essi nel tronco principale inferiore. Per tal maniera sonvi due circoli principali, di cui il tronco principale inferiore è nell' intermedia. E ancora dubbioso se debbasi dare il nome di arterie ai vasi branchiali superiori, e quello di vene agli inferiori, pel motivo che ignorasi se non siano semplici oscillazioni che avvengano in questi vasi.

In tutti gli animali, di cui finora ragionossi, i vasi principali sono cuori, con un polso alternante, e questi cuori riescono moltiplici, disposizione perfettamente in armonia coi movimenti di contrazione e di estensione di questi animali vermiformi; infatti, essa previene qualunque interrompimento della circolazione, dappoichè ogni segmento dell'animale può almeno ricevere un' ondulazione del sangue contenuto nei tronchi principali. Troviamo in tutti un circolo verticale od orizzontale del sangue, e fra i tronchi principali di circolo ovunque un movimento oscillatorio del sangue da un tronco all' altro, attraverso le ansule di comunicazione ed i reticelli capillari.

V. Negli insetti, il tronco vascolare principale è assolutamente semplice; gli si dà il nome di vaso dorsale, e rappresenta il cuore. La circolazione di questi animali fu alla lunga ravvolta di profonda oscurità. Swammerdam, Lyonet, Cuvier, Marcel di Serres, Meckel, Herold ed altri avevano cimentato in vano di scoprire, coi mezzi anatomici, dei rami formanti una comunicazione tra gli organi ed il vaso dorsale. Parve adunque cosa semplicissima lo ammettere la opinione di Cuvier, che gli insetti mancano di compiuta circolazione degli umori, perchè l' aria incontra da ogni lato questi ultimi in un sistema vascolare aereo diviso all' infinito. Però, io ed alcuni altri osservatori vedemmo alcuni rami del vaso dorsale recarsi alla testa. Io aveva già scoperto e descritto nei fasmi e molti altri insetti, una comunicazione stabilita tra il vaso dorsale e le tube dell'ovaia, mediante infiniti piccoli filamenti cavi (1). Nitzsch, Gruithuisen, Ehrenberg ed Hemprich avevano osservato altresì certi movimenti di liquidi in diverse parti del corpo degli insetti. Ma Caro (2) fu il primo che comprovò l' esistenza di una compiuta circolazione, partente dal vaso dorsale e ritornantevi. Il movimento degli umori è continuo, ma si accelera durante le pulsazioni del vaso dorsale. Le piccole correnti sembrano mancare di

(1) *Nov. Act. Nat. Cur.*, *t. XII*, *p.* 2.

(2) *Entdeckung eines einfachen, vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufes in den Larven netzfluegeliger Insekten. Leipzick*, 1827, *in* 4.°.

pareti vascolari. La loro distribuzione è semplicissima. Le antenne, le zampe e le setole caudali non hanno che una corrente arteriosa semplice, la quale, alla fine del membro, e spesso molto più presto, si ripiega sopra sè stessa in una corrente venosa. Le correnti venose si riuniscono in un vaso della superficie ventrale, che comunica col vaso dorsale, alla parte posteriore del corpo. Siffatta circolazione sembra non essere esclusiva alle larve, come presumeva dapprima Caro, ma appartenere altresì agl' insetti perfetti. L' ho osservata io stesso nelle zampe e nelle antenne di una giovane scutigera. Siffatta scoperta ristringe, ma non rovescia intieramente, quanto aveva detto Cuvier intorno ai rapporti reciproci di un sistema vascolare sanguigno, e di un sistema vascolare aereo, ambidue ramificati. Infatti le piccole correnti degli insetti non si risolvono già in reticelle vascolari, come quelle delle planarie, degli annelidi e dei crostacei. Non puossi neppur parlar qui di un rapporto tra il sistema vascolare sanguigno ed il sistema intestinale ramificato, che negli acalefi esiste solo, senza veri vasi sanguigni.

Ritrovò Wagner (1) le anastomosi che io aveva descritte tra le ovaie ed il cuore, ma dubita con Trevirano e Caro, che siano vasi sanguigni. Comprovò egli le osservazioni di Caro sopra molti insetti. Nelle larve delle efemere, tutta la massa del sangue si riuniva in due grosse e larghe correnti venose di granellazioni sanguigne, le quali portavansi dal dinanzi all' indietro, dai due lati del vaso dorsale e del tubo intestinale, ma non erano già rinchiusi entro vasi, e sembravano bagnare liberamente i visceri. Secondo Wagner, le cui osservazioni si riferiscono con quelle di Straus allo scarafaggio orticolo, il vaso dorsale consiste in una serie di camere, tra le quali rinvengonsi spesso fessure laterali che ricevono sangue dalle correnti venose. Secondo Straus, le aperture laterali sono fornite di valvole nell' interno, e le otto camere del cuore dello scarafaggio sono egualmente unite mediante paia di valvole prominenti nell'interno, e dirette al dinanzi, sicchè desse facilitano il movimento del sangue dal di dietro al dinanzi.

VI. La distribuzione dei principali vasi partenti dal vaso dorsale delle aracnidi è benissimo conosciuta dopo i lavori di Meckel, quelli di Trevirano e le mie proprie osservazioni. Il cuore dello scorpione ha molti strangolamenti o segmenti; si ramifica nel corpo adiposo dell'addomine e del petto, ed accompagna tutta la coda in forma di filo. I polmoni degli scorpioni e degli aragni sono, secondo le mie osservazioni, sacchi che si

(1) *Isis*, 1832, *p.* 320.

dividono in gran numero di piccoli compartimenti a fondo di sacco, cui si possono soffiare. Il succo del corpo adiposo bagna siffatti compartimenti all'esterno; ma i vasi che pigliano colà la propria origine, non sono per anco conosciuti, come neppure le correnti venose che riconducono il sangue dal corpo al cuore.

Rendesi poi osservabilissimo nello scorpione certo sistema vascolare particolare, il quale si sparge nel corpo adiposo, ma che, giusta la mia scoperta, possede molte connessioni col cuore, ed i cui piccoli tronchi s'imboccano nel tubo intestinale, di ogni lato, molto al disotto dei condotti biliari. Questi vasi non possono essere meglio paragonati che ai *vasa malpighiana* degli insetti, sebbene la loro connessione col cuore, intorno alla quale non rimane verun dubbio, rimanga una inesplicabile anomalia. Separano essi oppure assorbono alcune sostanze nel tubo intestinale, per condurle al corpo adiposo ed al cuore (1)?

VII. Tra i crostacei, quelli degli ordini inferiori, in particolare gli asellucci e gli entomostraci, rassomigliansi ancora molto agli insetti, sotto l'aspetto della circolazione. Un buon numero di questi animali, in particolare gli asellucci e le squille, hanno un cuore assai allungato, od un vaso dorsale; in altri, all'opposto, come le dafnie, le lincee, le citere, fra gli entomostraci e tutti i crostacei superiori (decapodi), hanno un cuore raccorciato e distintamente separato. Havvi eziandio, secondo Gruithuisen, una divisione venosa arteriosa in quello delle dafnie.

4.° Nelle dafnie, della cui circolazione Gruithuisen diede una bellissima figura (2), le piccole correnti sono pure tanto semplici quanto negli insetti; diventano venose senza risolversi in reticelli capillari, sicchè esse formano semplici circoli da un cuore all'altro.

5.° Nei decapodi, i vasi acquistarono molto maggiore sviluppo, ed evvi una respirazione branchiale, fra le vene del corpo ed il cuore. Audouin e Milne Edwards scesero in tal proposito ad alcune particolarità cui da gran tempo desideravansi (3). Il sangue arterioso giunge dalle branchie al cuore mediante vasi posti nel loro margine interno, in due tronchi, all'orificio dei quali scorgonsi alcune valvole. Dal cuore nascono sei arterie principali; le tre più anteriori vanno alla testa; due altre, partite dal lato inferiore del cuore, si recano al fegato; il tronco principale nasce dall'estremità posteriore e si reca nella profondità del corpo,

(1) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *tav. II, fig. 22.*
(2) *Nov. Act. Nat. Cur., t. XIV, P. I, tav. XIV.*
(3) *Storia nat. dei crostacei, t. I, p. 94.*

giacchè esso ripiegasi ad arco verso lo scudo toracico. Da questo tronco esce per di dietro l'arteria profonda della coda; il tronco dell'ansula vascolare cammina all'innanzi, come arteria sternale, e somministra le arterie delle zampe, del pari che le arterie profonde della testa. In tal guisa, evvi un sistema arterioso superficiale, ed un altro profondo, i cui rami si anastomizzano principalmente alla coda ed alla testa. Ecco fino dove Bojano aveva portato la conoscenza del sistema vascolare dei decapodi. Era riserbato ad Audouin e Milne Edwards lo scoprire le vene e la circolazione branchiale. Le vene sembrano avere pareti sottilissime; si riuniscono tutte in seni venosi, che sono situati lateralmente, nei punti d'inserzione delle zampe al petto, e si anastomizzano tutti insieme. Da questi seni venosi nascono le arterie branchiali, che camminano al margine esterno delle branchie, e comunicano mediante un sistema capillare colle vene branchiali, di cui due tronchi si recano lateralmente al cuore (1). Vidi a Parigi alcuni grammari injettati pei vasi branchiali, ed ho potuto così convincermi della esattezza delle descrizioni di Audouin e di Edwards, contro cui Lund aveva accampato varii dubbii. Nè posso neppure, insieme con Meckel, parteggiare per l'opinione di Straus, che la copertura membranosa del cuore, la quale si attiene solidamente al guscio, sia una orecchietta, opinione da Straus fondata principalmente sopra la organizzazione affatto differente del *limulus polyphemus*.

VIII. La circolazione dei molluschi, specialmente dei cefalopodi, dei gasteropodi e degli acefali, ha molta analogia con quella dei crostacei. In tutti siffatti animali, il sangue delle vene del corpo è recato nelle arterie branchiali, e ritorna dai reticelli capillari delle branchie o dei polmoni al cuore. Ma non avvi che il cuore aortico, il quale appartenga loro in comune. Il movimento del sangue delle vene del corpo verso il cuore arterioso, attraverso le branchie, viene favorito in due maniere, mediante cuori branchiali situati laddove le vene del corpo si trasformano in arterie branchiali come nei cefalopodi, o mediante due orecchiette destinate a ricevere il sangue delle vene del corpo e farlo passare nel sangue arterioso, come nei gasteropodi e negli acefali.

6.° Descrisse Bojano esattissimamente gli organi circolatorii dei bivalvi (2). Il cuore aortico, quasi sempre attraversato dal retto, è munito per ogni lato di una orecchietta branchiale in forma di ala. Il sangue

(1) *Vedi le belle figure del sistema vascolare della* maja squinado *e del gammaro negli Annali delle Scienze naturali*, 1826, *tav.* 24 - 32.

(2) *Isis*, 1817, *p.* 1, *tav. I-II.*

passa da quest'organo nel corpo, mediante un'arteria superiore ed una arteria inferiore, poi ritorna dal sistema capillare del corpo nelle vene. Queste lo conducono, per mezzo di due tronchi, in un seno venoso mediano, d'onde innumerabile quantità di piccoli vasi lo conducono nel tessuto spugnoso dei due organi chiamati polmoni da Bojano. Questi organi enimmatici, di color bruno verdastro, sono certamente più paragonabili alle appendici spugnose dei tronchi venosi negli ottopodi, come fece ingegnosamente osservare Van der Hoeven (1), sebbene Bojano (2) avesse già prima sospettato da lungi siffatta analogia. Dai seni venoso-spugnosi partono alcuni vasi brevi, i quali recansi immediatamente nelle orecchiette del cuore. Gli altri vasi emanati dai seni si portano di botto all'arteria branchiale di ogni lato. Dal sistema capillare delle branchie, il sangue ritorna, per le vene branchiali, nelle orecchiette, e da di là nel cuore aortico. Le cose sono così disposte, quanto ai punti essenziali, nel bivalve gigantesco, *tridacna gigas*, che io ho preparato pel gabinetto di anatomia di Berlino. Gli organi di Bojano sono un tessuto bruno, affatto spugnoso, che si attiene nella stessa maniera alle vene del corpo ed alle arterie branchiali. Nelle ostriche le due orecchiette formano un tutto. Secondo Trevirano, una parte del sangue delle branchie sarebbe condotta al cuore attraverso l'organo spugnoso di Bojano, e quest'organo sarebbe l'analogo del sacco esterno dei gasteropodi. Nelle ascidie, il cuore è allungato, semplice e senza orecchietta; riceve da un lato il sangue delle branchie, e somministra dall'altro lato l'aorta; le vene del corpo sembrano formare il tronco dell'arteria branchiale. Per tal guisa Cuvier trovò le cose. Nelle ascidie composte, il cuore possede la stessa conformazione, come mostrò Savigny sopra la *diazona*. La distribuzione del sangue sembra essere assolutamente la stessa nei bifori.

I due principali ordini di acefali si distinguono adunque essenzialmente nell'aversi i testacei due orecchiette branchiali venose, mentre nei nudi, il sangue delle vene branchiali giunge immediatamente al cuore aortico.

7.° Nella classe dei gasteropodi, non vi sono che alcuni generi, i quali possedono due orecchiette di vene branchiali; tali sono, per esempio, le patelle e gli *haliotis*. Negli altri, non si trova che una sola orecchietta col ventricolo. Tutte le vene del corpo si riuniscono in due tronchi, i quali, giunti all'organo respiratorio, polmone o branchie, si trasformano in arterie branchiali, senza che scorgasi sopra questo punto verun

(1) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 502.
(2) *Isis*, 1820, *t. II*, *p.* 4. 18.

gonfiamento che si rassomigli ad un cuore. Le vene branchiali si riuniscono nella orecchietta, per tal modo, il sangue giunge nel ventricolo aortico, e da di là passa in tutto il corpo. Se l'anomalia indicata da Cuvier nelle aplisie si conferma, essa risulta osservabilissima; grosse vene, cui si possono riguardare come vene cave, comunicherebbero mediante grandi aperture colla cavità addominale. Bisogna eziandio notare, nelle aplisie, che al principio dell'aorta si trovano appendici spugnose, quali se ne scorgono nelle vene cave dei cefalopodi; queste due appendici consistono qui in piccoli vasi, i quali partono dall'aorta e terminano in fondo di sacco.

Secondo Trevirano (1), nella *limax* e nella *helix*, una parte del sangue polmonare, prima di giungere al cuore, si reca al sacco esterno, il quale, secondo Jacobson, separa acido urico; essa spargesi in questo sacco, e vi si riunisce di nuovo in un tronco che termina nell'orecchietta.

8.° Nei cefalopodi, il corso del sangue rassomigliasi alla circolazione degli acefali e dei gasteropodi; ma fra le vene cave e le arterie branchiali, trovasi per ogni lato un cuore di arterie branchiali. Il sangue si reca dalle branchie per le vene branchiali al cuore aortico, il quale è semplice. I cefalopodi hanno adunque due cuori di arterie branchiali, invece che il maggior numero degli acefali hanno due orecchiette di vene branchiali allo stesso cuore aortico. Fu già parlato delle appendici spugnose delle vene cave.

9.° Nei pteropodi, il *clio*, ad esempio, le vene branchiali si recano immediatamente al cuore. È probabile che le vene del corpo formino il tronco delle arterie branchiali, ciò che Cuvier non ebbe a decifrare.

10.° Gli organi circolatori dei brachiopodi non possono essere ridotti a quelli degli altri molluschi, e richiedono per anco nuove e più esatte ricerche. Esaminò Cuvier la *lingula anatina*. Le vene branchiali vanno, per ogni lato, ad un cuore; evvi adunque due cuori aortici, se pur sono dessi realmente cuori. Non si rinviene alcun che di analogo fino a certo punto, se non nei diversi acefali, per esempio, nei generi *arca* e *pinna*, ove il ventricolo è diviso in due porzioni, da ognuna delle quali nasce un'aorta. Ma, nei brachiopodi, la forma del mollusco intero esigeva questa compiuta separazione.

11.° Il sistema vascolare dei cirripedi è per anco quasi sconosciuto. Io non giunsi a verun resultato studiando l'*anatifa laevis*. Questo argomento richiede nuove indagini, nelle quali converrà specialmente esaminare

(1) *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, p. 222.

in modo particolare i due organi da Cuvier riguardati come ovidutti, e di cui una delle estremità si ramifica in quasi tutte le parti del corpo, mentre l'altra apresi nella estremità della tromba.

§. 694. Se abbracciamo con un solo sguardo i mutamenti che il corso del sangue presenta negli animali senza vertebre, scorgiamo le seguenti modificazioni.

1.° I succhi nutrizii si propagano attraverso un intestino od uno stomaco ramificato, come nelle medusine.

2.° Vi sono tronchi vascolari contrattili doppii e moltiplici, i cui rami conducono ad un reticello capillare comune, e che spingono alternativamente il sangue da un lato e dall'altro. Non si può già ancora qui parlare di veruna distinzione fra arterie e vene, giacchè i tronchi si vuotano e si riempiono alternativamente per contrazione. Quindi il sangue dell'arteria intestinale delle oloturie sembra passare, pel sistema capillare dell' intestino, in un nuovo reticello, poi da di là nell'arteria branchiale, d'onde ritorna all'arteria intestinale, da un lato pel sistema capillare delle branchie, dall'altro immediatamente pel primo reticello.

3.° Nei vermi a sangue rosso, non avvi già distinzione valutabile fra le arterie e le vene; rinvengonsi tronchi vascolari contrattili doppii e moltiplici, i quali alternativamente si riempiono e si contraggono; ma siffatta contrazione progredisce già ondulatoriamente in cerchio, tanto in una direzione orizzontale, come nelle irudinee, quanto nella direzione verticale, come nei lombrici, nelle arenicole, nelle naidi; nel tempo stesso il sangue si getta alternativamente, per le reticelle capillari da un lato all'altro e viceversa. Evvi adunque qui circolazione incompiuta da un tronco all'altro, nel tempo stesso che fluttuazione alternativa.

4.° Nei soli animali provveduti di tronco centrale unico, osservasi la circolazione compiuta, semplice, senza fluttuazione, che presenta correnti arteriose e correnti venose, come è il caso degli insetti. Ma la circolazione polmonare non differisce già dalla circolazione generale. Ecco quanto scorgesi negli insetti, nei crostacei semplici, come le dafnie, e probabilmente eziandio nelle aracnidi.

5.° Nei crostacei superiori o decapodi, le correnti venose conducono dapprima nelle arterie branchiali, e le vene branchiali conducono il sangue al cuore, che è semplice. Siffatta disposizione domina nel maggior numero dei molluschi; ma solo taluni di questi animali, come i pteropodi e gli acefali nudi, nei quali le vene branchiali finiscono immediatamente al cuore aortico. In altri, come il maggior numero dei gasteropodi, queste vene si recano dapprima ad una orecchietta, la quale è doppia negli

acefali testacei e certi gasteropodi. Nel maggior numero dei molluschi, il sangue venoso del corpo giunge tutto intero nelle branchie; ma negli acefali testacei non vi perviene che in parte, il resto evitando questi organi e versandosi di botto nelle orecchiette.

6.° Finalmente, nei cefalopodi, evvi un cuore tra le vene branchiali e l'aorta, e per ogni lato un altro cuore tra le vene del corpo e le arterie branchiali.

§. 695. Confrontiamo ora la circolazione degli animali senza vertebre con quella degli animali vertebrati.

Dacchè si manifesta una vera circolazione nel regno animale, tutte le modificazioni cui essa può presentare dipendono dal rapporto esistente fra i vasi ed il sistema capillare dell'organo respiratorio da una parte, i vasi ed il sistema capillare del corpo intero dall'altra. Ora non avvi che una parte del sangue, la quale respiri durante la grande circolazione, e la piccola circolazione dei polmoni o delle branchie non è, secondo la espressione di Cuvier, che una frazione della grande. Ora tutto il sangue è costretto percorrere la piccola circolazione dei polmoni o delle branchie prima di spargersi nel corpo. Nel primo caso trovansi fra gli animali senza vertebre, i crostacei inferiori, gli aracnidi ed i vermi; gli acefali vi sono meno, dappoichè in essi già la massima parte del sangue delle vene del corpo passa alle arterie branchiali, mentre è la più debole quella che si reca immediatamente all'orecchietta senza respirare; tra gli animali vertebrati, vi si contano i rettili. Nel secondo sono la maggioranza dei molluschi, i crostacei superiori, i pesci, gli uccelli, i mammiferi e l'uomo. I pesci sembrano essere superiori ai rettili sotto tale rapporto, e questi ultimi occupano eziandio un posto inferiore ai molluschi ed ai crostacei. Osserva però giustamente Cuvier che la respirazione nell'acqua è molto più imperfetta dell'altra nell'aria, e che in conseguenza la semi-respirazione dei molluschi, dei crostacei e dei pesci, accompagnata da una piccola circolazione intera, non differisce già, in risultato, dalla respirazione intera dei rettili, con piccola circolazione, la quale non è altro che un' appendice o frazione della grande. Le modificazioni che la natura presenta nella maniera con cui le arterie e le vene respiratorie nascono dalla grande circolazione sono considerabilissime, ed essa sembra eziandio aver esaurito in tale proposito tutti i casi immaginabili.

I. La piccola circolazione è un' appendice della grande.

1.° La piccola circolazione costituisce una parte del sistema vascolare venoso.

Negli acefali testacei, una porzione del sangue delle vene del corpo

ritorna immediatamente alle orecchiette; la massima parte percorre le branchie, e ritorna alle orecchiette.

2.° La piccola circolazione costituisce una parte del sistema vascolare arterioso.

Nei proteidi, fra i rettili nudi, e negli altri rettili nudi allo stato di larva, le arterie branchiali sono rami degli archi dell'aorta, e questi ricevono le vene branchiali, come altrettanti altri rami.

3.° La piccola circolazione costituisce una parte del sistema vascolare arterioso e venoso.

a. Nei rettili nudi, le arterie polmonari sono rami dell' aorta, e le vene polmonari rami delle vene del corpo. Evvi un ventricolo ed una orecchietta.

b. Nei rettili squamosi, le arterie polmonari partono dal tronco arterioso o dallo stesso ventricolo colle altre arterie; le vene delle branchie e del corpo si riuniscono in due orecchiette distinte dal ventricolo, che è semplice.

II. La piccola circolazione fa antagonismo alla grande.

4.° La piccola circolazione nasce dalle vene del corpo e ritorna al cuore.

Tale è il caso dei molluschi, in particolare degli acefali nudi e dei gasteropodi, e, fra i crostacei, dei decapodi.

a. Negli acefali nudi (ascidie, bifori), le vene del corpo diventano l' arteria branchiale, e la vena branchiale termina al cuore aortico semplice. Lo stesso avviene nei decapodi.

b. Nei gasteropodi, sonvi una o due orecchiette nella imboccatura delle vene branchiali nel cuore aortico.

5.° La piccola circolazione nasce dal tronco arterioso e vi ritorna.

Nei pesci, il tronco arterioso del ventricolo semplice, diviene le arterie branchiali, e le vene branchiali formano il tronco delle arterie del corpo.

6.° La piccola circolazione nasce dal ventricolo polmonare e ritorna al ventricolo della grande; questa ritorna al ventricolo polmonare.

a. Nei cefalopodi, le vene del corpo terminano ai due cuori branchiali, che somministrano le arterie branchiali. Le vene branchiali si recano al cuore aortico. Questi tre cuori sono inoltre separati uno dall' altro, e privi di orecchiette.

b. Negli uccelli, nei mammiferi e nell' uomo, havvi un ventricolo polmonare ed un ventricolo aortico, ambidue muniti di un' orecchietta. Questi cuori formano un tutto riunito. L' arteria polmonare nasce sola dal

ventricolo polmonare; le vene polmonari s' imboccano nell'orecchietta del ventricolo aortico, e le vene del corpo metton foce in quella del ventricolo polmonare.

B. *Animali vertebrati.*

§. 696. Il cuore dei pesci ha un' orecchietta per ricevere le vene del corpo, ed un ventricolo d'onde il tronco arterioso nasce per certo bulbo contrattile. Il tronco arterioso non dà origine che alle sole arterie branchiali. Siffatta conformazione sembra differire straordinariamente da quella degli animali polmonati; ma abbiamo occasione, nella classe dei rettili, di osservare il passagio da una delle forme della circolazione all' altra; vi troviamo la giustificazione del chiamare noi tronco arterioso la principale arteria che nasce dal ventricolo dei pesci, invece di nomarla, cogli uni, arteria branchiale, cogli altri aorta. La classe dei rettili si divide in due sezioni, le quali diferiscono tanto sotto l' aspetto della vestitura, quanto sotto quello di tutte le disposizioni anatomiche, ma in ispecialità riguardo al modo della circolazione; queste due sezioni sono quelle dei rettili nudi e dei rettili squamosi.

Hanno i primi, come i pesci, un ventricolo ed una orecchietta, possedono un doppio condilo occipitale, mancano di vere coste, di coclea, non hanno che la finestra ovale, e sono privi di pene. Tutti hanno polmoni e branchie durante la intiera loro vita, o comportano metamorfosi, e possedono dapprima branchie, le quali, più tardi, cedono il luogo ai polmoni. Si ripongono tra essi i batraci, i salamandridi, i proteidi (proteo, sirena, assolotle e menobranche), i derotremati *(amphiuma* e *menopoma)* che, durante, tutta la loro vita, presentano fori branchiali al collo, senza branchie, finalmente le cecilie. Infatti, scopersi di recente, sopra una giovane *coecilia hypocyanea*, lunga quattro pollici e mezzo, e la quale esiste nel museo di Leida, che oltre i caratteri anatomici superiormente annunciati, le cecilie hanno altresì durante la loro giovinezza alcune branchie interne ed un foro branchiale per ogni lato, mentre che aveva ad un tempo sott' occhio altro individuo più attempato, della stessa specie, in cui i fori branchiali mancavano.

I rettili squamosi, comprendenti i cheloniani, i coccodrili, i sauriani ed i veri ofidiani, come altrettanti ordini distinti, hanno caratteri anatomici affatto differenti, e presentano precisamente il contrario dei rettili nudi. Tutti hanno due orecchiette, con un solo ventricolo, un condilo

occipitale semplice, vere costole, una coclea e due finestre nell' organo uditorio (1), finalmente uno o due peni.

Gli uccelli, i mammiferi e l'uomo possedono finalmente non solo due orecchiette per le vene del corpo e quelle dei polmoni, come i rettili squamosi, ma inoltre due ventricoli, uno polmonare e l' altro aortico.

Passiamo ora ai ragguagli della circolazione.

I. Pesci.

In questi animali, il cuore riceve tutto il sangue delle vene del corpo mediante un'orecchietta semplice; il ventricolo spinge il sangue venoso nel tronco arterioso, il quale va fornito di un bulbo contrattile; questo tronco vascolare si divide per intiero in altrettante branchie quanti sono gli archi branchiali di ogni lato, cioè quattro nei pesci ossosi, cinque nelle razze e negli squali, e sette nei ciclostomi. Nella lampreda, il tronco arterioso si divide, secondo Rathke, in due rami principali, i quali ricevono tra essi il *bronco*, e si ramificano quindi nelle branchie. Nello storione, sonvi quattro tronchi, ed un piccolo anteriore per la semi o falsa branchia situata nel lato interno dell'opercolo. Le arterie branchiali penetrano, nei pesci ossosi, nella estremità inferiore degli archi branchiali, sopra la convessità dei quali esse seguono un solco, fin all' estremità superiore, assottigliandosi poco a poco. In siffatto tragitto, ogni arteria branchiale dà altrettanti rami quante sono le lamine branchiali. Siffatti rami si biforcano due volte, ed inviano vasi capillari trasversali alle lamelle branchiali, d' onde le vene nascono nella stessa maniera, ma seguendo il lato opposto. Le vene delle lamine branchiali s' imboccano nel tronco della vena branchiale, che cammina più profondamente nello stesso solco dell'arco branchiale dell' arteria, e comincia coll'essere più sottile nella estremità superiore di quest' arco. In tal guisa, le vene branchiali giungono, verso il dorso, al disotto del principio della colonna vertebrale, e formano colla loro riunione il tronco dell' aorta; però danno esse inoltre, prima di riunirsi così, alcune arterie che recansi alla testa, e sono rami della prima vena branchiale di ogni lato, più, da ogni lato altresì, un'arteria pel cuore e per le parti situate sotto dell' apparato branchiale. L' arteria della testa e l'aorta distribuiscono il sangue arterioso in tutto il corpo, eccettuato le branchie. Il sangue venoso ritorna all'orecchietta in un seno venoso. Nello storione partono, dalle estremità superiori e grosse delle vene branchiali, i vasi della parte superiore della testa; ma inoltre le estremità inferiori più sottili o le origini delle vene branchiali danno tronchi destinati alle

(1) *Windischmann, De penitiori auris structura in amphibiis. Bonn*, 1831.

parti inferiori della testa, specialmente all' apparato branchiale. Medesimamente, nei ciclostomi, le arterie e le vene branchiali si dividono, ai sacchi branchiali, in molti rami, i quali percorrono le doppiature di questi sacchi, e che hanno tra essi alcune reticelle capillari. Nei singnati, ove le lamelle branchiali rappresentano certe specie di piccole penne, che partono da ogni lato degli archi branchiali sotto forma di lamine, devesi aspettarsi altro modo di distribuzione. I vasi si distribuiscono per guisa affatto speciale nelle appendici branchiali dell' eterobranche, scoperto da Geoffroy di s. Ilario ; in questo pesce, oltre le branchie ordinarie, sonvi per ogni lato due piastre accessorie, le quali formano alberi cavi. Alla superficie esterna di questi alberi si ramificano i tronchi delle arterie branchiali. Le ultime ramificazioni di queste si aprono nei rami degli alberi stessi, sopra cui esse spargonsi, e la injezione geme attraverso le loro aperture mediante infinite villosità. I tronchi degli stessi alberi si schiudono nelle radici dell' aorta, laddove essi escono dalle branchie. Finalmente devo dire, che molti pesci, come le razze e gli squali, hanno altresì, durante la vita fetale, alcune branchie esterne filiformi, le quali, secondo Rathke, sono prolungamenti filamentosi delle lamine branchiali interne. È curioso che siffatta disposizione si ripeta in un pesce ossoso ; ora, giusta le osservazioni di Rathke, l' embrione del pesce spada possede pure branchie esterne filiformi, quasi simili a quelle che scorgonsi nei rettili nudi.

II. Rettili nudi.

1.° Immediatamente dopo dei pesci si trovano li proteidi, che hanno branchie esterne.

Nel *proteus anguinus*, giusta le belle ricerche di Rusconi e di Configliachi, il tronco arterioso del ventricolo, che è semplice, si divide in due arterie branchiali da ogni lato, di cui la seconda invia un ramo alla terza branchia. Le arterie branchiali pongon foce nel reticello capillare delle branchie ; le vene branchiali si riuniscono per ogni lato, in un tronco, nella faccia inferiore della colonna vertebrale, e questi tronchi, che somministrano anteriormente le arterie della testa, si riuniscono all' ingiù per produrre l' aorta. Ma tutto il sangue non giunge già dal tronco arterioso nell' aorta coll' intermedio della circolazione branchiale, come nei pesci ; i rami di questo tronco che somministrarono le arterie branchiali inviano altresì rami di comunicazione alle radici dell' aorta. Il tronco arterioso è adunque già qui tronco delle arterie branchiali e degli archi dell'aorta ; in conseguenza è desso evidentemente la stessa parte del tronco arterioso dei pesci, ed ha eziandio un bulbo fortissimo, come in questi

animali. L'apparato branchiale si compone di un pezzo basilare di un doppio sospensorio anteriore, e di tre archi branchiali da ogni lato. Le arterie polmonari sono rami del sistema arterioso, e le vene polmonari rami del sistema venoso.

Nella sirena lacertina, il tronco arterioso, al dire di Cuvier (1), si ramifica per intiero nelle branchie, e le vene branchiali formano l' aorta. Le figure di Rusconi (2) rappresentano altresì le arterie polmonari come rami del tronco arterioso. È probabile che fra questo tronco, o le arterie branchiali, e l' aorta, esistano comunicazioni dirette, simili a quelle che rinvengonsi nel proteo.

2.° Le belle ricerche di Rusconi (3) ne insegnano che, nelle larve di salamandre, la distribuzione del tronco arterioso nelle branchie, la riunione delle vene branchiali in aorta, e la comunicazione delle arterie branchiali con le radici dell' aorta siano le stesse; solo evvi per ogni lato tre rami del tronco arterioso. L'arteria polmonare nasce, per ogni lato, dal quarto ramo di comunicazione fra le arterie branchiali e le radici dell'aorta. Così, del pari che nei proteidi, il sangue passa dal tronco arterioso in parte nell' aorta per gli archi aortici, in parte nelle branchie e per le vene branchiali, nell' aorta. Siffatta disposizione spiega come può accadere che nell'epoca in cui le branchie periscono ed in cui l'animale comporta la sua metamorfosi, la circolazione di esso, riducesi intieramente agli archi di comunicazione tra i rami del tronco arterioso e l' aorta. Siffatte comunicazioni diventano archi aortici, di cui la salamandra adulta ne presenta tre d' ogni lato. L' arteria polmonare è allora, per ogni lato, un ramo del tronco arterioso. Questa non ha per anco bulbo distinto.

3.° Nei batraci, la circolazione dei girini riesce assolutamente la stessa; però questi animali non hanno branchie esterne che allo stato di feto e durante i primi tempi della loro vita come girini, e queste branchie stesse si compongono unicamente di lamelle semplici, e di ansule semplici altresì, di correnti, arteriose da un lato, venoso dall'altro, senza ramificazioni (4). Più tardi, i girini non hanno che branchie interne, con un foro branchiale da un lato, e dopo la metamorfosi, non rimangono che due archi aortici, uno per ogni lato, che somministrano le arterie polmonari e le

(1) *Ricerche sopra gli anfibi ambigui, p.* 21.

(2) *Amori delle salamandre, tav. V, fig.* 8.

(3) *Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle salamandre acquatiche, Pavia,* 1817.

(4) *Muller, De gland. penit. struct., tav. X, fig.* 7. *Questa figura è tola dall' embrione del rospo ostetrico.*

arterie per le parti superiori del corpo; le vene polmonari sono allora rami delle vene del corpo; versano il proprio sangue nei tronchi delle vene cave. In quanto a ciò che concerne la metamorfosi dell' apparato branchiale durante la trasformazione, Cuvier (1) fece vedere, sulla *rana paradossa*, ridursi esso in seguito a costituire soltanto l' apparato joideo.

Secondo Huschke (2) nella rana, i quattro archi branchiali presentano arterie e vene branchiali vôlte in direzione inversa, come nei pesci, e queste, cammin facendo, danno e ricevono i vasi dei pennelli branchiali. Solo nei principii di ogni arco branchiale Huschke vide una breve anastomosi tra l'arteria e la vena. Durante la metamorfosi, il vaso branchiale arterioso del primo arco diventa la carotide; i tronchi anastomotici del secondo arco, di cui l'anastomosi si è sviluppata, producono l'arco aortico per ogni lato; i vasi arteriosi del terzo e quarto arco si riuniscono insieme, secondo Huschke, e formano il tronco che somministra l'arteria polmonare, ma che vidi altresì dare in alto un vaso che va a raggiungere il di dietro della testa. Dice Huschke che le fibrille delle branchie si rinserrano sopra un punto della estensione della carotide, e che siccome il sistema capillare branchiale rimane, nasce da di là la glandola carotidea delle rane, consistente in un reticello di vasi afferenti ed efferenti, di maniera che la carotide si risolve in sistema capillare della glandola, dal quale essa quindi rinasce. Però mi sono convinto che la cavità della carotide si prolunga, nell' interno del piccolo nodo, mediante un tessuto spugnoso che forma le pareti della glandola, come puossi benissimo vederlo dissecando questa sotto il microscopio, quantunque la sua superficie, ove sia diligentemente injettata, presenti pure le attaccature descritte da Huschke.

Ammettesi generalmente che l'aorta si divida, davanti il cuore, in due tronchi, i quali somministrano in certo sito le carotidi e le arterie polmonari, e che poscia rappresentano gli archi aortici, la cui riunione si effettua nel ventre. Trovai però che se, prima di dividersi, i tronchi rappresentano un' aorta impari, ciò è pura apparenza proveniente dall'esservi realmente tre arterie consolidate insieme, sicchè ogni tronco laterale è diviso in tre compartimenti mediante tramezze membranose semplici. Di queste tre arterie insieme consolidate, la media continua coll'arco aortico posteriore; l'anteriore dà alla glandola carotidea l'arteria della lingua e della laringe, che sembra formar corpo con questa glandola, e che

(1) *Ricerche sopra ossi fossili, t. V, p. 2.*
(2) *Zeitschrift fuer die Physiologie, t. IV, p. 115.*

l'attraversa per divenire l'arteria cefalica; la inferiore o posteriore diventa l'arteria polmonare ed un vaso che si distribuisce all'occipite. Per tal guisa scomparisce in parte l' anomalia consistente nel rimanere soltanto dopo la metamorfosi gli archi aortici fra gli archi vascolari della rana, mentre quelli della salamandra persistono compiutamente, giacche i tre vasi saldati insieme sono evidentemente i tronchi vascolari degli archi branchiali.

4.° Non conosciamo per anco la trasformazione dei vasi, nè la metamorfosi in generale, nelle cecilie, come neppure nelle *amphiuma*. Sappiamo soltanto che nei derotremati, comprendenti le *amphiuma* e le menopomi, vi sono fori ed archi branchiali, i quali persistono per tutta la vita, senza branchie propriamente dette. Fece vedere Cuvier (1) che negli *amphiuma*, l'aorta forma per ogni lato un'arcata semplice a ciascuno di questi archi, che le arcate si riuniscono per di dietro onde produrre l' aorta addominale, e che somministrano i vasi delle parti superiori del corpo. Riconobbi che, durante la loro giovinezza, le cecilie hanno, per ogni lato, un foro branchiale e frangie branchiali interne; più tardi, il loro joide forma ancora per ogni lato quattro archi, o tre con dei sospensori anteriori; ma il tronco arterioso delle cecilie adulte, invece di dividersi in arcate all'altezza degli archi, somministra un' arteria per le parti superiori, mentre il tronco diviene arco aortico.

5.° D'altronde, un tronco arterioso esiste in tutti i rettili nudi. In molti di essi, questo tronco presenta un gonfiamento bulbare, come nei pesci; e nelle rane eziandio, prima di dividersi in archi aortici, esso è contrattile, come Wedemeyer e molti altri osservatori lo comprovarono sulla sezione dell' incominciamento dell' aorta. Avrebbesi torto concludere da ciò che le arterie possedano la contrattilità muscolare; giacchè il principio del tronco arterioso delle rane corrispone al bulbo arterioso dei pesci.

III. Rettili squamosi.

In tutti i rettili nudi, il cuore non è che un ventricolo munito di una orecchietta. In tutti quelli che hanno il corpo coperto di squame, il ventricolo è semplice, ma vi sono due orecchiette, una a destra per ricevere il sangue delle vene del corpo, l'altra a sinistra pel sangue delle vene polmonari; lo stesso ventricolo presenta nel suo interno alcune divisioni incompiute; vale dire nei cheloniani e nei coccodrilli tre, e negli ofidiani due cavità comuni canti insieme, d'onde le arterie polmonari e le arterie del corpo traggono la propria origine.

(1) *Annali del Museo, t. XIV.*

6.° Nei sauriani propriamente detti, le arterie del corpo e le arterie polmonari stanno per anco unite mediante un tronco arterioso. Questi animali, che io separo dai coccodrilli, si ravvicinano dunque ai rettili nudi per riguardo al loro sistema vascolare. In essi, il tronco arterioso dà per ogni lato due archi aortici ed una arteria polmonare. I due interni dei quattro archi aortici somministrano le carotidi. I due archi di ogni lato formano per di dietro un tronco discendente, il quale, con quello del lato opposto, produce l'aorta addominale. I due tronchi radicali posteriori di quest'ultima somministrano i vasi delle estremità anteriori. Il principio delle due arterie polmonari sembra essere semplice per un tratto poco considerabile. Siffatta descrizione fu tracciata colla scorta di una injezione praticata sopra la *lacerta ocellata*. Le iguani, all'opposto, sembrano ravvicinarsi ai coccodrilli per la distribuzione dei loro vasi. Negli angui fragili, che, giusta le mie indagini anatomiche, appartengono, con i pseudopodi, i bipedi, gli ofisauri e gli aconzia, all'ordine dei sauriani e non a quello degli ofidiani, e costituiscono una famiglia da me indicata col nome di *lacertae anguinae*, il tronco arterioso si divide in arterie polmonari ed in quattro archi aortici, assolutamente come nei sauriani, eccettuato tuttavia che i vasi delle estremità mancano, dappoichè non vi sono membri. Il joide dei sauriani altresì presenta molti corni arcuati, i quali rammentano gli archi branchiali, ma questi archi sono già molto distanti dagli archi dell'aorta.

7.° Nei coccodrilli, non vi sono, giusta Cuvier, che due archi aortici ed un tronco dell'arteria polmonare che siano uniti in una sola massa per certa estensione poco considerabile. L'arco aortico destro dà le due arterie innominate; il sinistro si distribuisce quasi per intero nei visceri addominali, ma si anastomizza per un ramo coll'aorta destra; questa continua come tronco principale (*).

8.° Nei cheloniani, esce dal ventricolo il tronco delle arterie polmonari e quello delle arterie del corpo, che si divide subito in due archi aortici ed in due arterie innominate; l'arco sinistro dà le arterie viscerali, e si riunisce con quello del lato destro per produrre l'aorta addominale. Le arterie polmonari e gli archi aortici comunicano insieme mediante stretti condotti arteriosi.

9.° Negli ofidiani, finalmente, evvi, secondo le ricerche di Cuvier e di Schlemm, non che secondo le mie, oltre il tronco delle arterie

(*) *Leggi la memoria di Bischoff, sul cuore del coccodrillo, in Muller, Archiv fuer Anatomie,* 1836, *p.* 1, *tav. I, fig.* 1-4.

polmonari, un arco aortico destro ed un altro sinistro, il primo dei quali somministra le arterie delle parti anteriori del corpo.

IV. Negli uccelli vi sono, durante la vita embrionale, dapprima tre archi aortici almeno per ogni lato, di cui i superiori somministrano per ogni lato l'arteria innominata, mentre gli inferiori danno l'arteria polmonare. Persistono durante la massima parte della vita fetale e gli archi che somministrano le arterie polmonari e quanto deve essere più tardi l' arco aortico ; in conseguenza a destra due archi aortici ed a sinistra un solo, finchè, dopo lo schiudimento, si stabiliscono i condotti arteriosi, rimanendo l'arco aortico semplice, con le arterie innominate, divenute indipendenti, che escono da un tronco comune.

V. Nei mammiferi, esistono altresì, durante i primi tempi della vita fetale, molti archi aortici per ogni lato, i quali si riuniscono per produrre l'aorta discendente. Due soli di questi archi persistono durante la massima parte della vita embrionale ; uno che viene dal ventricolo destro e somministra l'arteria polmonare, l'altro che emana dal ventricolo sinistro e presta i vasi delle parti superiori del corpo. Di questi due archi, che si riuniscono in aorta discendente, non rimane più dopo la nascita che l'arco aortico del ventricolo sinistro, atteso che il canale arterioso, il quale fa comunicare insieme l'arteria polmonare e l'aorta, diventa legamentoso, e l' arteria polmonare s' innalza alla indipendenza. L'uomo si rassomiglia in ciò ai mammiferi.

Risulta indubitatamente da questa esposizione, che la metamorfosi del sistema vascolare posa, in tutti gli animali vertebrati, sopra un tipo primordiale semplicissimo ed ovunque identico ; avvi, in siffatti animali, tanto durante la loro vita, quanto dapprincipio durante la vita embrionale, un tronco arterioso, il quale conduce all'aorta addominale mediante archi aortici ; lo stato del sistema vascolare negli individui adulti dei vertebrati superiori, si attiene alla riduzione più o men grande di questi archi, i quali, all' opposto, nei vertebrati respiranti per branchie, si sviluppano, o per intero, come nei pesci, o soltanto in parte, come nei rettili, in arterie ed in vene branchiali, col sistema capillare delle branchie.

Nell'uomo, nei mammiferi e negli uccelli, i due cuori sono dopo la nascita affatto indipendenti. La orecchietta destra riceve il sangue dalle vene del corpo e lo fa passare al ventricolo destro o polmonare, che lo spinge nel sistema capillare dei polmoni, d'onde ritorna nell'orecchietta sinistra. Il ventricolo sinistro lo riceve da questa orecchietta, e lo manda nel sistema capillare del corpo, d'onde ritorna, per le vene del corpo, nel cuore destro. Il sistema capillare dei polmoni o della piccola circolazione

è indipendente da quello del corpo o della grande circolazione; tutto il sangue diventa vermiglio nel primo e nero nel secondo. Niuna goccia di questo liquido non giunge nella grande circolazione prima di essere passata nella piccola, locchè spiega massime l' eccitamento febbrile che scorgesi in tutte le malattie nelle quali i vasi capillari dei polmoni sono distrutti od otturati, sicchè il corso del sangue trovasi abbreviato. Siccome i vasi capillari del corpo formano un reticello continuo, il quale riceve sangue da infinita quantità di arterie, tutti gli organi ai quali giunge questo liquido dalla grande circolazione sono in conflitto gli uni cogli altri mediante i reticelli capillari, ed un' arteria può di frequente supplirne altra. Solo il sistema capillare della piccola circolazione trovasi di là escluso; però non avvi già isolamento compiuto tra esso e quello della grande circolazione; giacchè la grande circolazione entra nella piccola mediante le arterie bronchiali, le quali si anastomizzano con rami delle arterie polmonari, circostanza che deve specialmente contribuire al potersi la circolazione mantenere ancora alla lunga, quando eziandio i polmoni comportarono gran perdita di sostanza e l'arteria polmonare si ristrinse grandemente.

§. 697. Nella guisa stessa che la piccola circolazione dei rettili provveduti di branchie incomincia coll'essere una semplice appendice delle arterie, e ritorna alle arterie, così pure la circolazione della vena porta non è che una appendice delle vene, uno sviamento che fa una parte del sangue venoso prima di riunirsi al resto di quest'ultimo. Siffatta circolazione della vena porta si rassomiglia ancora vieppiù alla circolazione branchiale dei mitoli, fra i molluschi acefali, animali nei quali una parte del sangue delle vene del corpo ritorna immediatamente al cuore, mentre un'altra fa uno sviamento per attraversare il sistema capillare delle branchie.

Vi sono, negli animali vertebrati, due sistemi di vene porte, quello del fegato e l'altro dei reni. L'uomo, i mammiferi e gli uccelli non hanno che il primo.

I. Sistema della vena porta epatica.

1.° Nell'uomo e nei mammiferi, le vene dello stomaco, del tubo intestinale, della milza, del pancreas, del mesenterio e della vescichetta biliare formano la vena porta, la quale si distribuisce nel fegato alla maniera di una arteria.

2.° Negli uccelli, oltre queste vene, altre se ne aggiungono provenienti dalle parti inferiori; infatti il sangue delle zampe, della coda e del bacino si reca in parte alla vena cava inferiore, in parte alla vena porta, come fece vedere Nicolai.

3.° Nei rettili il tronco della vena porta riceve altresì vene dalle membra inferiori e dagli integumenti del bacino. Giusta le ricerche di Jacobson (1), le due vene principali che, in questi animali, riconducono il sangue dalla parte posteriore del corpo, sono la vena addominale anteriore e la vena renale inferiore. Nascono esse dal concorso delle vene delle estremità inferiori, delle vene cutanee, e delle vene dei muscoli addominali e della vescica orinaria. La vena renale inferiore si reca al rene, in cui essa si distribuisce in maniera analoga a quella della vena porta. La vena addominale anteriore versa il suo sangue nella vena porta epatica. Presso il maggior numero di rettili, la vena porta epatica (addominale anteriore) e la vena porta renale (renale inferiore) nascono in comune dalle estremità inferiori. Negli ofidiani, all' opposto, non avvi connessione tra la vena addominale anteriore e la renale inferiore, atteso che le vene renali inferiori nascono dalla caudale, e la vena addominale dai tegumenti soltanto dal ventre. Chiama Bojano vena ombilicale l' addominale anteriore (2). Nei cheloniani, giusta le ricerche di Nicolai, la vena porta riceve altresì il sangue delle estremità posteriori, della parete posteriore del ventre, ed anche in parte delle membra anteriori; esistono due vene ombilicali.

4.° Il sistema della vena porta dei pesci fu studiato da Rathke. La vena porta di questi animali riceve il sangue dalle vene dello stomaco, del tubo intestinale, della milza, ed in molti di essi altresì, dalle parti genitali e dalla vescica natatoria (3). Secondo Nicolai il sangue della coda si reca al fegato, nel *silurus glanis*, al fegato ed ai reni nel carpio, nel lucio, e nel lucio persico (4).

5.° Le vene che riconducono il sangue dal fegato, o le vene epatiche, lo portano dal sistema capillare del fegato alla vena cava inferiore. La circolazione della vena porta è adunque uno sviamento che una parte del sangue venoso forma attraverso il sistema capillare del fegato. Scorgesi nascere tale sviamento nell' embrione secondo che il fegato si sviluppa dall' otricello intestinale semplice, come lo mostrano le belle osservazioni di Baer. Il sangue della vena onfalo-mesenterica passa dapprima immediatamente nella vena cava, vale dire che questa vena incomincia coll' essere essa stessa un tronco venoso principale. Secondo che la sostanza

(1) *Meckel, Deutsches Archiv*, 1817, *p.* 147.
(2) *Anat. testud. europ.*, *tav. XXV.*
(3) *Meckel, Archiv*, 1826 *p.* 126.
(4) *Isis*, 1826, *p.* 404.

del fegato nasce dalla parete intestinale, spuntano altresì dalla vena onfalo-mesenterica alcune ansule capillari che conducono una parte del sangue alla vena cava inferiore mediante uno sviamento.

6.° Siccome le arterie bronchiali sono un' usurpazione della grande circolazione sul sistema capillare della piccola, così pure le arterie epatiche usurpano della grande circolazione sul sistema capillare della piccola circolazione della vena porta, ed il reticello capillare del fegato comunica simultaneamente con arterie, vene afferenti e vene efferenti.

II. Sistema della vena porta renale.

Questo sistema, scoperto da Jacobson, e la cui esistenza fu comprovata da Nicolai (1), venne innanzi tutto attribuito, dal primo di questi anatomici, agli uccelli, ai rettili, ed ai pesci; ma Nicolai fece vedere che esso non appartiene già agli uccelli, e solo lo possedono i rettili ed i pesci. Negli uccelli il sangue delle estremità inferiori, della coda e della parte media del corpo si reca in parte alla vena cava, in parte alla vena porta epatica, ed i vasi che chiamaronsi *venae renales advehentes Jacobsonii*, devono essere considerati, giusta le ricerche di Nicolai, come vene efferenti. Però sonvi nei rettili vene renali afferenti. Pel fatto, in questi animali, il sangue delle estremità posteriori, della coda e dei tegumenti del ventre, si reca alla vena porta del fegato ed alle vene porte dei reni; in taluni di essi non va che a questi visceri, mentre in altri si reca nello stesso tempo alla vena cava. Nei primi, la vena cava inferiore non riceve il sangue che dalle vene epatiche e dalle vene renali efferenti; negli altri, essa lo ritrae in parte da queste vene, ed in parte immediatamente dalle vene degli organi posteriori. Nel coccodrillo, non avvi che una piccola porzione di sangue della vena caudale e della vena crurale che vada ai reni per la vena cava afferente; la massima parte di quello delle vene caudale e crurale dei visceri del bacino e del ventre, va a raggiungere il fegato e la vena porta per la vena ombilicale od addominale anteriore. La vena cava riceve il sangue dai reni per le vene cave efferenti; esso le giunge altresì per la vena caudale e per le vene dei testicoli e delle ovaje. Nelle tartarughe, giusta le osservazioni di Nicolai, il sangue della coda, della parte media del guscio e degli integumenti del ventre, non che dei visceri pelvici, si reca ai reni; quello delle membra posteriori e della parete posteriore del ventre ed una parte del sangue delle membra anteriori si portano al fegato, vale dire a ciascuna delle due metà di quest'organo, perciò che sonvi qui due vene ombilicali. Nelle rane, una parte del sangue della vena

(1) *Isis*, 1826, *p.* 404.

crurale e tutto quello della vena sciatica, della parete laterale del ventre e del dorso, vanno ai reni per la vena renale afferente. La massima parte del sangue della vena crurale si reca alla vena ombilicale semplice, che riceve tutto quello della parete anteriore del ventre, e lo conduce alla vena porta del fegato, inoltre dalle vene addominali posteriori di cui feci già menzione.

Nei pesci, incontransi molte differenze indicate da Nicolai. Infatti, ora recasi ai reni il solo sangue della coda e della parte media del ventre, come nel *gadus ;* ora quello delle parti posteriori raggiunge i reni ed il fegato, come nel *silurus glanis ;* talvolta esso recasi ai reni, al fegato ed alla vena cava, come nel carpio, nel lucio e nel lucio persico. Il sangue dei testicoli, delle ovaje, della vescica natatoja e dei reni si reca alla vena cava, eccettuato nel *silurus glanis*, ove quello dei testicoli pone foce al ramo epatico della vena caudale.

II. CARRIERA IN GENERALE PERCORSA DAL SANGUE.

§. 698. Il *vaso* costituisce la limitazione speciale del succo vitale formante un liquido a parte e distinto da tutti gli altri umori, vale dire del sangue. Traccia esso la carriera che percorre questo liquido, e segna la direzione da esso seguita. Si può considerarlo come la espressione del sangue nello spazio, giacchè fu formato per la sua corrente, e costituisce seco un sol tutto.

1.° Già da ciò risulta che la parte maggiormente essenziale del vaso deve essere in contatto immediato col sangue e costituire lo strato più interno della sua parete. Siffatta membrana interna *(membrana vasorum communis, endangium)* si estende senza interruzione nel cuore, nelle arterie, nei vasi capillari e nelle vene. È desso un tessuto elementare di natura speciale, e non si può riportarlo a veruna classe di membrane. Secondo Meckel, le membrane sierose son quelle colle quali essa ha ancora maggiore analogia, a motivo di sua struttura, delle sue proprietà vitali e della propria tendenza all' aderenza, alla infiammazione ed alla ossificazione. Mi sembrava essa avvicinarsi molto più alla epidermide, atteso che separa il sangue dal resto dell' organismo, come la epidermide separa il corpo intiero dal mondo esterno, e che le sue proprietà essenziali rassomigliansi molto a quelle di quest' ultima. Infatti costituisce un coagulo uniforme, sottile, trasparente, biancastro, senza nulla di particolare nella sua struttura, ed al microscopio non vi si distingue nè globetti, nè fibre, ned

interstizii o pori (1). Per dir vero, pretende Geri, avervi scorto alcune fibre longitudinali (2) dopo averla fatta macerare, poi seccare; ma tale fenomeno presentato da un corpo in putrefazione, non può essere allegato qual prova della esistenza di fibre organiche. La membrana vascolare interna non ha nè vasi nè nervi. Dice bensì Ribes avervi riscontrato vasi sanguigni nelle infiammazioni, ma ogni cosa ne induce a credere che trattavasi soltanto dei vasi spettanti alla membrana fibrosa penetrante attraverso il suo tessuto. Essa risulta facile, dappoichè si lacera quando stringasi fortemente un sottil filo attorno dei vasi, ma guarisce di leggieri e riproducesi di nuovo (3). Talvolta vi si sviluppano ossificazioni, che sono, per così dire, il riscontro di un sistema osseo esterno deposto all' epidermide. Siffatto fenomeno è normale in molti ruminanti e pachidermi, anormale nella specie umana (§. 588, 2.°). Finalmente, s' imputridisce più tardi di altre parti, non dà gelatina colla cozione, ed arde spargendo odor di corno. L' affinità tra essa e la epidermide, che emerge da tutte queste proprietà, era già stata riconosciuta da Bichat; ma oggidì pigliasi cura di ricondurre la confusione che regnava in addietro nell'anatomia, escludendo le idee chiare e bene determinate da questo ingegnoso osservatore stabilite, e non serbando che nomi, i quali nulla esprimono. Per simil guisa la membrana interna dei vasi fu posta nel novero delle mucose da Gorgone (4) e delle sierose da Letierce (5), pel motivo che la si rinviene umida nei vasi vuoti dei cadaveri; ma siffatta umidità è incontrastabilmente siero lasciato dal sangue o proveniente dalla trasudazione (§. 634, 10.°) nè deve la propria origine ad una secrezione, dappoichè la membrana non ha vasi sanguigni, i vasi vuoti di sangue non tardano a chiudersi per aderenza, nè potrebbesi pensare ad una esalazione qualunque in una cavità riempita da un liquido.

Allorquando il sangue entra in immediato conflitto con gli organi, nei vasi maggiormente delicati che ammette la sostanza di questi ultimi, esso è soltanto coperto da questa membrana vascolare comune. Quando, all' opposto, la corrente sanguigna è più indipendente, nei vasi voluminosi e liberi, a siffatta membrana se ne aggiungono delle altre.

2.° Dapprima si depone alla sua superficie uno strato il quale, come parte vivente del vaso, contiene vasi sanguigni nutrizii, nervi e fibre più o

(1) *Weber, Anatomie des Menschen, t. I, p.* 248.
(2) *Froriep, Notizen, t. IV, p.* 166.
(3) *Weber, loc. cit., p.* 252.
(4) *Bollettino delle Sc. med., t. XVIII, p.* 331.
(5) *Ivi, t. XX, p.* 2.

men atti a muoversi, la qual cosa fa si che la s' indichi col nome di membrana fibrosa.

3.° Ma all' esterno producesi un involucro, il quale serve a proteggere, consolidare ed unire i vasi. Siffatto involucro ha la forma di una guaina cellulosa o di una membrana sierosa. Talvolta essa è sostituita da altre parti, in particolare da membrane fibrose come ai tronchi venosi del cervello, o da cartilagine, come nell' aorta dello storione.

Dopo siffatte considerazioni generali sulla carriera del sangue, dobbiamo occuparci delle sue diverse parti (§§. 699 - 704).

A. *Arterie.*

§. 699. I. Dopo la morte, si rinvengono le *arterie* vuote e contenenti aria. Quindi Prassagora, che primo le distinse dalle vene, considerava lo stato di vuotezza come formante la loro condizione normale. Credeva che l' aria passasse nelle arterie pei polmoni, e spiegava la emorragia che osservasi quando siano aperte sul vivo, supponendo che, allorquando patiscono una lesione qualunque, attraggano, per un' azione contraria al corso ordinario delle cose, il sangue da tutte le parti del corpo. Siffatta opinione accreditossi, e solo comportò alcune modificazioni quando Erofilo insegnò che le stesse arterie contengono sangue. Si ammise, infatti, la dottrina che fu professata massime da Nemesio, che le arterie contenevano un sangue spiritoso, e conducono così agli organi uno spirito vivificante, pel nutrimento del quale esse attraggono, durante la loro diastole, il sangue dalle vene più vicine, mentre durante la loro sistole, esse fanno trasudare tutto ciò che contengono d' impuro attraverso i loro pori. In tal guisa le vene rimanevano sempre la sede propriamente detta del sangue, il quale comportava nel loro interno una

Sebbene questa dottrina sia stata attaccata da varii lati dopo la fluttuazione.

restaurazione delle lettere, pure fu Harvey che il primo dimostrò in modo positivo e compiuto che il sangue scorre del continuo con uniformità. Dopo molte resistenze, giunse egli a far penetrare questa verità nella convinzione dei suoi contemporanei. Le viste esposte da quel grand' uomo erano da gran tempo adottate da tutti, allorquando, verso la fine del secolo decimottavo, Rosa scagliossi contro di esse, pretendendo che, trovandosi nel cadavere assai men sangue di quanto ne occorrerebbe per riempiere l' intiero sistema vascolare (§. 692), le arterie non contengono che poca quantità di tal liquido, in istato di grande attenuazione, ma che sono riempite di certa combinazione vaporosa dell' aria atmosferica

introdotta pei polmoni con la parte maggiormente sottile e volatile della materia animale; aggiungeva egli che le sole vene rappresentano il sistema sanguigno e la vita plastica, che le arterie servono alla vita animale, finalmente che il solo caso in cui il sangue rifluisce nelle vene è quello nel quale, essendo stato spinto con gagliarda forza nelle arterie, esso cerca sfuggirsene il più prestamente possibile (1). Lo stesso secolo nostro vide rinascere una opinione, la quale erasi formata nella infanzia della fisiologia; Kerr (2) negò la circolazione del sangue, pretendendo che le arterie contengano uno spirito aeriforme vivificante, con pochissimo sangue nutrizio, mentre le vene contengono sangue destinato alla nutrizione, con poco spirito vitale per produrre la vita ed il calore. Tutte queste asserzioni sono bastevolmente confutate da fatti semplicissimi.

1.° Nelle vivisezioni, vedesi il sangue fluire dal cuore nelle arterie.

2.° Ovunque dove le arterie sono trasparenti, scorgonsi ripiene di sangue.

3.° Qualunque ferita praticata ad un'arteria qualunque apporta una emorragia, nella quale il sangue viene dal lato del cuore.

4.° Le arterie dei cadaveri contengono sangue in certe circostanze, per esempio, secondo Moscati (3), allorquando la morte fu cagionata dall' asfissia, dalla elettricità, dai veleni narcotici, dalla peste, dallo scorbuto, e simili.

II. Il sangue fluisce, nelle arterie, dai tronchi verso i rami.

5.° Si può convincersene colla testimonianza dei proprii occhi sopra quelli fra tali vasi che sono trasparenti.

6.° Quando tagliasi un'arteria per traverso, la corrente principale del sangue viene dal cuore, ed i rami non danno liquido ove pur ciò non sia per riflusso.

7.° Legata o compressa un'arteria, si vuota sotto dell'ostacolo; non batte più, nè dà più sangue quando la si ferisca, a meno che siffatto liquido non siavi condotto da anastomosi.

8.° Finalmente, la corrente del sangue non potrebbe seguire altra direzione, dappoichè le valvole poste alla base dell' aorta le permettono bensì di fluire nelle arterie, ma gli interdiscono di rientrare nel cuore.

§. 700. Se la esistenza del sangue nelle stesse arterie, fu eziandio ai

(1) *Giornale per servire alla storia ragionata della medicina di questo secolo, t. I, p.* 148.

(2) *Observations on the harveian doctrine, p.* 151.

(3) *Rosa, loc. cit., t. I, p.* 225.

giorni nostri, per così dire, negata, non potremo sorprenderci della dissidenza delle opinioni fra dei nostri contemporanei accreditate riguardo alla maniera con cui questi vasi terminano nelle loro estremità, sulle quali i nostri mezzi di osservazione hanno sì poca presa. Gli uomini gustano un piacere affatto particolare nel negare la evidenza e combattere quanto ammette il senso comune; procuransi per tal guisa i godimenti che accompagnano la idea di possedere cognizioni superiori a quelle degli spiriti volgari, e d' altronde la vita sembra perdere del proprio splendore ideale, quando riducesi ad un semplice meccanismo una parte delle sue manifestazioni tanto essenziale come la circolazione del sangue. Appartiene però ai sensi il pronunciare definitivamente sopra quanto si riferisce allo spazio, e la spiegazione che sembra loro meritare la preferenza è la più semplice che possa trovarsi, quella che ha per sè l'analogia dei fenomeni conosciuti della natura, quella che si accorda colle leggi generali della fisica. Imperocchè, per quanto meravigliosa sia la vita nella sua essenza, pure i suoi mezzi di realizzazione sono poco complicati, e per quanto essa differisca dalla esistenza inorganica, pure non n' è alla fin fine separata mediante un abisso. Abbiamo bensì un occhio dello spirito, il quale vede più da lungi dell' altro del corpo; ma la sua destinazione consiste soltanto nel far indietreggiare i limiti al di là dei quali questo non può più avanzarsi, e quando esso pretende cogliere fenomeni in contraddizione colla testimonianza di quest' ultimo, presta esso alla natura piccoli miracoli, i quali hanno spesso per effetto di togliere alla vita la sua meravigliosa e sublime semplicità, e conduce a teorie mistiche, giacchè il carattere del misticismo, consiste precisamente nell'alleanza deplorabile fra quanto colpisce i nostri sensi e quanto i nostri sensi non possono essere informati.

Per ripassare le diverse opinioni relative all' argomento che ora ne occupa, possiamo figurarci le estremità periferiche delle arterie o chiuse (1.°) od aperte (2.°).

1.° Secondo Aristotile, le arterie sono nervose e tendinose; degenerano in veri tendini, e si uniscono colle ossa. Se con ciò attribuivansi estremità chiuse a questi vasi, Nemesio insegnava che il loro contenuto si volatilizza attraverso dei pori. Ma siccome essi contengono per anco sangue, che non può volatilizzarsi, così Fabrizio di Aquapendente attribuiva a questo liquido un reflusso od una fluttuazione. Le injezioni sul cadavere, le infusioni e transfusioni sul vivente rovesciano la ipotesi delle estremità chiuse.

2.° Se le arterie sono aperte nelle loro estremità, il sangue che ne esce può o sparire nella sostanza organica situata all' esterno di esse, e

convertirsi in siffatta sostanza (3.°), o persistere allo stato di sangue, e ritornare al cuore per le vene (§. 696).

3.° La opinione che il sangue esca dai vasi e si metamorfizzi in parti solide, contava già alcuni partigiani fra gli antichi; giacchè, secondo Areteo e Galeno, il fegato, i reni ed altri visceri non sono che una specie di sangue coagulato. Furono in questi ultimi tempi emesse molte ipotesi, le quali, sebbene d' altronde differentissime le une dalle altre, hanno però di comune di supporre tutte che le vene non ricevano sangue delle estremità delle arterie, e che quello il quale trovasi nel loro interno sia un sangue di nuova formazione.

Secondo Wilbrand (1), la corrente arteriosa tutta intiera, sangue e vasi, trovasi in uno stato continuo di metamorfosi; muore, in tutte le sue molecole, alla nascita di tutte le parti organiche, e siccome ogni parte muore pure ad ogni istante, in tutta la sua capacità interna ed esterna, da ciò risulta la nascita di corrente venosa; questo modo di nascita non è già valutabile dai sensi, in quanto che, di sua natura, esso è interno; ma devesi per necessità ammetterlo stante la sua conseguenza matematica, dappoichè ogni parte si presenta sotto un altro aspetto dopo periodi determinati, e questa alienazione non può essere subitanea, a scosse, giacchè non può accadere che nella continuità di una linea geometrica.

Spinse Runge (2) questa idea ancora più oltre. Per suo avviso siccome nascere e perire chiamansi dietro l' un l' altro, bisogna che del continuo il sangue si solidifichi in organi, e gli organi si liquefacciano in sangue, sicchè il loro contenuto viene espulso come cosa dello stesso nome di essi o quale escremento; ogni arteria è un animale a parte, la cui bocca aderisce all' ano di quello che lo precede, riceve l' escremento di quest' ultimo, lo converte in sua propria sostanza, e rigetta la porzione escrementizia nella bocca del seguente, il quale vi trova di che fabbricare nuovi prodotti. Per tal guisa non havvi circolazione, ed il movimento apparente del sangue non è che una semplice fluttuazione, di esistenza e di non esistenza.

Solo pretende Schultz (3) che il sangue penetri i tessuti con tutta la propria sostanza, e che i suoi globetti, finchè muovansi, si formino così del continuo.

Accorda Spitta (4) che le vene ricevano una parte del loro sangue dalle

(1) *Erlaeuterung der Lehre vom Kreislaufe*, p. 3, 14.
(2) *Zur Lebens und Stoffwissenschaft des Thieres*, p. 55, 77.
(3) *Der Lebensprocess im Blute*, p. 44, 57.
(4) *De sanguinis dignitate in pathologia restituenda*, p. 8-14.

arterie, ma ciò soltanto per suo avviso negli organi che ammettono molto sangue per le loro funzioni, o che crescono con rapidità ed in conseguenza cessano presto di crescere, o finalmente in quelli nei quali non si effettua che un lento rinnovamento di materiali. E siccome le vene sono più ampie delle arterie, devono inoltre ricevere del sangue, il quale formasi di nuovo sopra ogni punto del corpo animale.

Si esprime Sachs all' incirca egualmente (1); crede egli che il passaggio delle arterie nelle vene non sia provato che in parte, e che si può obbiettarvi contro, che la quantità del sangue contenuto nelle vene sorpassi quella che trovasi nelle arterie; aggiunge egli che questo liquido fluisce con troppa velocità perchè gli sia possibile attraversare i vasi capillari, finalmente che la nutrizione e la secrezione non potrebbero effettuarsi se il sangue rimanesse nei vasi.

Avendo a discutere più tardi le obbiezioni accampate contro la circolazione, non diremo qui nulla di quelle di cui si è già parlato per evitare le ripetizioni. Ci limiteremo adunque ad esaminare la teorica precedente in sè stessa.

1.° Quanto a ciò che concerne dapprima la maniera di esprimere le idee, ogni cambiamento di sostanza, qualunque annientamento di un corpo, non è per dir vero che una metamorfosi nel senso metafisico, dappoichè la materia in sè stessa non può nè annientarsi nè divenire una cosa assolutamente diversa. Ma la fisica ha per oggetto le qualità diverse delle cose; intende essa per metamorfosi qualunque cambiamento di forma nel quale la essenza rimane la stessa, per conservazione o riproduzione ogni mutamento di sostanza accompagnato da persistenza della stessa forma, finalmente per morte ed annientamento ciascun cambiamento simultaneo di sostanza e di forma. Colla scorta di tutto questo non possiamo già dare il nome di metamorfosi al mutamento materiale che si effettua durante la nutrizione e la ematosi; giacchè qui la forma viene conservata dal rinnovamento dei materiali, ma riconosciamo una metamorfosi del sangue alla periferia di sua carriera, ove, rimanendo pur lo stesso nella propria sostanza, comporta certa modificazione nelle sue proprietà (§. 752, 3.°).

2.° La materia organica è per certo in uno stato continuo di cambiamento; ma siffatto cambiamento risulta ad ogni momento soltanto parziale; il pigmento della robbia si depone poco a poco e sparisce altresì poco a poco; quando un ostacolo si oppone al versamento della bile nell' intestino, la congiuntiva ingiallisce poco a poco, poi ritorna bianca

(1) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organische Physik, t. III, p. 171.*

per gradi, subito che è ristabilito il corso della bile; il cristallino rotto a pezzi non isparisce nell'umor acqueo dell'occhio che in capo a qualche tempo, e l'organismo trovasi costretto di rosicchiare le esostosi od altri tumori per interi mesi prima di trionfarne. Dacchè un abete possede oggidì foglie affatto diverse da quelle che possedeva dieci anni prima, locchè non gli impedì già di rimanere sempre verde, non ne segue già che nuove foglie siansi riprodotte in esso ad ogni istante, mentre la osservazione acquistata coi sensi ne dimostra che queste foglie sono realmente una cosa persistente, ma che tra esse avvene alcune, le quali cadono e sono sostituite da altre.

3.° Tutti sanno che una perdita di sangue non viene riparata che in capo a molti giorni o parecchie settimane, e che abbisognano per ciò non solo alimenti appropriati, ma inoltre il normale esercizio delle funzioni assimilatrici. A lato di questi fatti comprovati dalla esperienza, la formazione istantanea del sangue che ammette la teorica precedente, porta realmente il carattere del miracolo. Praticando un salasso al piede, possiamo veder fluire, in pochi minuti, dalla vena del dito grosso del piede, maggior sangue di quanto pesi lo stesso dito. Prese Blundell un cane, il cui peso non ascendeva alle dodici libbre, e nello spazio di ventiquattro minuti, gli fece passare dodici libbre di sangue dalla carotide nella vena crurale; i polmoni avrebbero adunque formato, durante questo tratto di tempo più sangue di quanto pesava l'intero animale, se non fosse stato sempre lo stesso che giungeva per le arterie polmonari e ritornava per le vene polmonari. Giusta la teorica che esaminiamo, produrrebbesi più sangue nel cervello e nell'occhio che in organi dello stesso volume appartenenti alla vita plastica, e siccome manteniamo la circolazione, sopra animali posti a morte, mediante una respirazione artificiale, così converrebbe che la formazione del nuovo sangue fosse una operazione chimico-meccanica indipendente dalla vita totale.

4.° Volendo prendere la capacità dei vasi per misura, vedonsi comparire egualmente resultati affatto incredibili, come dimostrò Oudemann (1). Infatti, se la capacità delle vene sta a quella delle arterie nella proporzione di 5 : 3, e se la replezione più considerabile delle vene, corrispondente al loro eccesso di capacità, dipende dal ricevere questi vasi sangue di nuova formazione, converrebbe che ad ogni circolazione la massa del sangue aumentasse di circa un quarto; quindi, supponendo che fossevi quindici libbre di sangue nelle vene e nove nelle arterie, dovrebbe formarsi alla periferia, e da di là passare nelle vene sei libbre di nuovo

(1) *De venarum fabrica et actione*, *p.* 34.

sangue ad ogni circolazione nello spazio di tre minuti, locchè darebbe 2804 libbre per le ventiquattro ore. Tale eccedente di sangue però non può seguire la via semplice, vale dire passare dalle vene, pel cuore, nelle arterie, altrimenti queste sarebbero eziandio tanto ripiene quanto quelle; ma siccome, prescindendo dal sistema della vena porta, esso non perviene in verun altro organo, non possiamo perciò dispensarci dall'ammettere che sia assorbito dal cuore; ora quest'organo, rimanendo sempre lo stesso, dovrebbe riprodursi di sua sostanza una eguale quantità di sangue, ed avremo sempre in capo a ventiquattro ore un eccedente di 2880 libbre alla disposizione della teorica.

5.° Però quest' eccedente compensa la perdita che gli altri organi incontrano per formare nuovo sangue. Infatto, se le vene conducono al cuore più sangue di quello ricevettero dalle arterie, la loro vita intiera deve essere una consumazione continua, e se esse formano tanto sangue quanto lo comporta l' eccedente della massa del sangue venoso sopra quella del sangue arterioso, esse devono essere compiutamente consumate settantacinque minuti dopo il principio della operazione. Quindi la teorica di cui si ragiona rassomiglia benissimo a quella delle tribù, le quali credono che la luna muoia nel suo ultimo quarto, e che ne rinasca una di nuova al primo quarto.

§. 701. I. I seguenti fatti dimostrano che le vene ricevono il proprio sangue soltanto dalle arterie.

1.° Non nascono vene in niun'altra parte che dove finiscono arterie.

2.° Injettando le arterie di un cadavere, se le loro ramificazioni non sono ostrutte da grumi o da qualche liquido, il quale non possa fluire, la massa passa nelle vene.

3.° Dopo la morte rinvengonsi ordinariamente le arterie vuote, e tutto il sangue riunito nelle vene; deve esso quindi passare da quelle in queste, e puossi osservare tal passaggio negli animali morenti, per esempio, nel mesenterio delle rane.

4.° Un animale può perdere tutto il sangue per una ferita praticata ad una delle sue vene.

5.° Dopo aver injettato un liquido estraneo nelle arterie d' un animale vivente, trovasi questo liquido nelle vene. Per tal guisa injettò King del latte in un' arteria, e lo rivide nel sangue venoso (1). Quando Magendie (2) injettava acqua nell' arteria crurale di un cane, fluiva per la

(1) *Scheel, Die Transfusion des Blutes, t. I, p.* 192.
(2) *Giornale di fisiologia, t. I, p. III.*

vena prima acqua mescolata di sangue, poi acqua pura. Wedemeyer (1) vide l' acqua calda injettata nell' arteria brachiale di un cavallo, fluire per la vena, e la corrente divenire più gagliarda ogni volta che esso premeva maggiormente lo stantuffo dello schizzetto. Centinaia di esperienze (§§. 744, 745) comprovarono che le sostanze estranee injettate nel sistema della vena porta si ritrovano nel ststema aortico e nelle secrezioni formate a spese di quest' ultimo, e che esse passano altsesì dalle arterie polmonari nelle vene dello stesso nome. Per citarne qui soltanto un esempio, Mayer sprizzò latte nella vena jugulare di un coniglio, e lo ritrovò nel sangue dell' aorta e della vena porta; era adunque passato non solo dalle arterie polmonari nelle vene polmonari, ma inoltre dalle arterie intestinali nelle vene corrispondenti.

6.° Quando non può fluire sangue attraverso le arterie, non ne ritorna neppure per le vene corrispondenti. Allorchè Spallanzani (2) comprimeva col dito il cuore di una salamandra, la circolazione cessava dapprima nelle arterie, poi nelle vene; sospesa la compressione, essa ristabilivasi collo stesso ordine. Pari cosa accadeva dopo la legatura dell' aorta (3). Magendie (4) scoperse i vasi crurali di un cane, e legò la coscia sotto di questo punto, acciocchè non potesse scorrere sangue per gli altri vasi; quando comprimeva l'arteria, l'onda del sangue somministrato dalla vena aperta scemava dapprima, poi cessava intieramente dopo che l' arteria erasi affatto vuotata, e si ristabiliva subito che cessava la compressione; se lasciava fluire alquanto sangue nell'arteria, questo liquido esciva a fiotti dalla vena, e dacchè egli abbandonava l' arteria a sè stessa, il liquido slanciavasi a getto. Osservò Scottin una donna, la quale aveva nel braccio un aneurisma varicoso, ed attraverso la vena cefalica della quale vedevasi facilmente trasparire il color del sangue; la pressione esercitata sull'arteria ascellare rendeva il braccio esangue, ed alcuni istanti dopo cessata la compressione, il sangue ripassava rapidamente per la vena (5).

7.° Commise Kerr (6) un errore pretendendo che niuno abbia per anco veduti i globetti del sangue passare dalle arterie nelle vene. Tale fenomeno era già stato osservato, nel decimosettimo secolo, prima da Malpighi poi da Leeuwenhoek, e finalmente da Cowper; lo fu più tardi

(1) *Untersuchungen ueber den Kreislauf des Blutes*, *p.* 180.
(2) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 183.
(3) *Ivi*, *p.* 185.
(4) *Giornale di fisiologia*, *t. I*, *p.* 110. — *Comp. elementare*, *t. II*, *p.* 323.
(5) *Isis*, 1823, *p.* 524.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 57.

da Hales sopra i polmoni delle rane, da Haller (1) sulla coda dei pesci, da Reichel (2) sul mesenterio delle rane; da Spallanzani (3) sopra rane e salamandre. Forchhammer (4) riconobbe, sopra le natatoje e le branchie degli embrioni del blennio, che tutto il sangue passa dalle arterie nelle vene. Doellinger vide egualmente, sopra embrioni di pesci, lo stesso sangue che aveva fluito nelle arterie ripassare nelle vene.

II. Però s' è certo che il sangue passa dalle arterie nelle vene, può spargersi fuori di queste prima di trascorrere in quelle (8.°), o rimanere sempre rinchiuso entro canali (§. 697), e, sebbene il quesito sia già risolto mediante le osservazioni testè riportate (7.°) dobbiamo però insistere sopra di esso, pel motivo che reguano tuttavia diverse opinioni a suo riguardo.

8.° Nei primi tempi che tennero dietro alla scoperta della circolazione, Pecquet, Mayow ed altri (5) ammisero che prima di passare nelle vene, il sangue si sparga dalle estremità delle arterie nel parenchima degli organi; ma i progressi dell' anatomia avevano fatto abbandonare questa ipotesi, allorquando fu dessa di nuovo posta in onore dai moderni. I vasi, dice Schmidt (6), sono i limiti del sangue, che lo conducono senza decomposizione al luogo di sua destinazione; giunto colà, si sparge liberamente nella massa animale, sicchè non esistono già vasi capillari. Henszler pretende che non sianvi bocche aperte che nelle estremità di alcune arterie (7), cioè di quelle che servono alla nutrizione (8) e fondasi da un lato sul non potersi già altramente spiegare i fenomeni della vita, dall' altro sui seguenti fatti; ogni puntura di spilla per quanto leggera essa siasi, getta sangue; ora siccome tutto non è già vaso, bisogna che del sangue siasi sparso nel tessuto cellulare (9); esaminando pezzi injettati, scorgonsi sempre bocche aperte di arterie, tanto colla lente che ad occhio nudo (10), scopresi nella pelle bianca e delicata dell'uomo, massime allorquando se ne sollevi una piegatura e la si comprima, alcune cellule nelle

(1) *Opera minora, t. I, p.* 176.
(2) *De sanguine ejusque motu p.* 16.
(3) *Esperienze sopra la circolazione, p.* 255.
(4) *De blennii vivipari formatione p.* 12.
(5) *Haller, Elem. physiolog., t. I, p.* 92.
(6) *Organisationsmetamorphose des Menschen, p.* 33.
(7) *Neue Lehre im Gebiete der physiologischen Anatomie, p.* 134.
(8) *Ivi, p.* 140.
(9) *Ivi, p.* 150.
(10) *Ivi, p.* 158.

quali evvi sangue sparso, e che rassomigliano a piccoli punti sanguinolenti (1); finalmente quando si preme lievemente sopra i vasi di un pesce, il sangue rimane bensì nelle loro terminazioni più delicate, ma se continui la pressione, ne esce e si sparge nel tessuto cellulare, che acquista così un color rosso sporco (2). Oftendinger cita inoltre, in appoggio di siffatto spandimento di sangue, un'osservazione da esso eseguita sopra un coniglio avvelenato mediante acido idrocianico; i polmoni erano vuoti di sangue, e la loro sostanza gli offerse, non vasi e vescichette, ma soltanto piccolissimi fori (3).

Questa dottrina, nell' esame della quale ci appiglieremo soltanto ai punti essenziali, posa sulla opinione che la nutrizione sarebbe impossibile se il sangue non isfuggisse dai vasi, ipotesi la cui discussione ci occuperà altrove. D'altronde,

a. Gli animali che apronsi viventi, o quelli che vengono uccisi, non presentano veruna traccia di stravasamento di sangue; la loro sostanza intiera è, all' opposto, imbevuta di certo liquido sieroso perfettamente chiaro; se fossevi una sola goccia di sangue, la serosità dovrebbe essere rossastra.

b. Vediamo il sangue formare una corrente uniforme nelle vene; converrebbe in conseguenza che questi vasi riprendessero con altrettanta uniformità e prontezza, mediante i loro orifici aperti, il sangue che sarebbe sfuggito dalle arterie; ora la esperienza ne insegna che il sangue stravasato nelle petecchie e nelle echimosi non viene riassorbito che con grande lentezza. Ma, supponendo eziandio che un'armonia cotanto meravigliosa esistesse fra le arterie e le vene non continue le une alle altre, essa non potrebbe mancare di trovarsi spesso alterata, ed estravasazioni visibili di sangue sarebbero le più frequenti malattie. Ma se eccettuansi gli spandimenti prodotti dalla lacerazione dei vasi, siffatti stravasamenti sono rarissimi, ned osservansi che nelle circostanze in cui puossi spiegarli tanto colla minor consistenza del sangue, quanto per l'affievolimento della coesione delle pareti vascolari.

c. Il sangue stravasato dovrebbe di necessità accumularsi vieppiù nel caso di ostacolo al suo scolo per le vene; ma non iscorgonsi mai versamenti sanguigni negli individui colti da varici, per esempio, durante la gravidanza, e niuno osservò per anco che dopo la legatura di una vena, il sangue si stravasasse nelle radici di tal vaso. Non è raro che si sparga

(1) *Ivi*, *p.* 162.
(2) *Ivi*, *p.* 165.
(3) *Meckel*, *Archiv fuer Anatomie*, 1829, *p.* 343.

sierosità nel tessuto cellulare, quando le vene siano compresse, ma siffatta sierosità è costantemente esente da ogni mescuglio con sangue.

d. Quando si pratica una injezione, la massa passa dalle arterie nelle vene senza stravasarsi, e si riconosce poscia che i due ordini di vasi comunicano insieme coll' intermedio di vasi capillari. Questi ultimi contengono spesso inoltre un po' di sangue, in parte coagulato od almeno inspessato, il quale si oppone al passaggio della injezione nelle vene; in tal caso puossi esercitare fortissima pressione sullo stantufo dello schizzetto; la injezione non iscappa fin al momento in cui finalmente rompendosi ad un tratto un vaso, la massa fluisce nei tessuti circonvicini. Se i vasi capillari sono liberi, nulla più facile di riempierli; injettai, fra gli altri, sopra uno stesso cadavere che era rimasto per trent' ore in letto durante i calori dell' estate, e che mostrava già traccie di putrefazione, una soluzione di soda nelle carotidi e nelle arterie crurali; fluì dapprima, dalle vene jugulari e crurali, sangne denso, poi sangue sempre più chiaro, indi dissoluzione salina pura; spinsi quindi della cera fusa finchè essa risortisse per le vene, che allora legai; la pelle, dapprima floscia, era ritornata resistente; le guancie, labbra e palpebre avvizzite, avevano ripreso la turgescenza e la forma che le caratterizzano durante la vita, ed i vasi capillari, in particolare quelli del cervello e della midolla spinale, erano compiutamente riempiti di cera, senza che fossevi il minimo vestigio di stravaso. Esaminando col microscopio i vasi capillari injettati, non vi si scorsero già bocche aperte, le quali non potrebbero anzi esistere, dappoichè altramenti la massa sarebbesi spanta all'esterno; le aperture, specialmente tanto grandi da essere visibili all' occhio nudo, non possono essere state prodotte che dall'accidente. Quando una parte ricca di vasi, per esempio, un lembo di pelle, fu injettata, la superficie intiera comparisce colorata in modo affatto uniforme, sicchè se la massa fosse tuttavia liquida, dovrebbe sfuggire pel solo fatto della menoma puntura di ago; solo col soccorso di una lente riconoscesi che il colore appartiene a vasi capillari distintissimi gli uni dagli altri. Pretendere che questi vasi siano il prodotto dell'arte, dimostra aversi troppa fiducia nell' abilità degli anatomici, e poca nel proprio giudizio. Gli stravasi sono troppo comuni perchè non si possano riconoscere nel momento stesso in cui incominciano a formarsi, non solo pel cessare subitaneo di ogni resistenza, ma inoltre per la penetrazione illimitata di considerabili quantità d' injezione, e, quando essi avvengono, alle masse che producono, la cui forma viene determinata unicamente da quella delle parti circonvicine. I vasi capillari, all' opposto, figurano altrettanti filamenti sottili, ramificati, spesso reticellati, e la maniera colla quale essi

si distribuiscono, si riuniscono e si anastomizzano, presenta modificazioni speciali in ogni organo; un occhio esercitato riconosce al tipo particolare della formazione, a qual organo appartiene la preparazione di vasi capillari che gli si presenta, giacchè mai l'accidente non fa sì che le forme dei vasi del rene si rinvengano nel fegato, o quelle del fegato nella milza e via parlando.

e. La osservazione della circolazione del sangue mediante il microscopio rafferma il risultato delle injezioni anatomiche. Se il sangue uscisse dalle arterie, si dovrebbe poter distinguere il punto in cui cesserebbe la parete vascolare; il sangue, liberato dai suoi limiti, dovrebbe fluire con maggior velocità, e spandersi più liberamente; eppure non si osserva nulla di tutto questo; il sangue che emanasi da rami voluminosi produce senza interruzione alcune correnti lineari, frequentemente tortuose, le quali conservano sempre la stessa direzione, dal centro verso la periferia, e da questa verso il centro. Si può convincersene mediante i propri occhi, e gli osservatori precedentemente citati (7.°) lo comprovarono. Kaltenbrunner esprime questo fatto quando dice vedersi i globetti del sangue formare una corrente continua dalle arterie nelle vene, attraverso i vasi capillari (1). Wedemeyer (2) dichiara altresì che il sangue passa dalle arterie nelle vene e che in niun luogo esistono nè pori laterali, ned aperture laterali che gli permettano di uscire dalle arterie o di entrare nelle vene.

f. Se tutti questi fatti, riguardati in generale, sono perfettamente dimostrati, e se niuna congettura non può abbatterli, sarebbe però possibile che avvenissero alcune eccezioni in certi organi od in certi animali. Si credette di frequente rinvenire siffatte eccezioni, ma, in molti casi, un esame più attento fece riconoscere che si erasi ingannati; forse la stessa sorte attende le eccezioni riputate veridiche oggidì. Molti fisiologhi, per esempio Senac (3), dicevano che il sangue esce dai vasi nel pene, nella matrice, e nelle mammelle, ma è oggidì provato che le pretese cellule aperte non sono che seni venosi, i quali continuano senza interruzione colle vene (§§. 278, 3.°; 346, 1.°). I seni venosi del cervello sono vene provvedute di guaine che somministrò loro la dura-madre, e, sebbene sembra che il sangue si sparga in tutta libertà nella sostanza ossea, Breschet per altro provò (4) che qui eziandio esiste una membrana vascolare. Affatto di recente Home descrisse e disegnò, nelle arterie delle capsule soprarrenali,

(1) *Froriep, Notizen, t. XVI, p.* 308.
(2) *Untersuchungen ueber den Kreislauf, p.* 261.
(3) *Trattato della struttura del cuore, t. II, p.* 182.
(4) *Ricerche anatomiche, fisiologiche e patologiche sul sistema venoso, p.* 25.

certe aperture laterali danti passaggio, per suo avviso, non unica al sangue, ma sibbene al grasso; si comprende appena come la cosa possa essere possibile; d'altronde io non ho mai potuto, in onta di delicatissime injezioni, scorgere simili aperture nelle capsule soprarrenali.

Wedemeyer pretende che, nella salamandra, i vasi delle vescichette polmonari siano traforati come cribri, che i globetti del sangue passino, mediante le aperture delle arterie, nel parenchima, ove scorrono come piselli, e che di là s'introducano nelle aperture delle vene; ma dice però ad un tempo che questi globetti s'intrecciano in infinite maniere, e seguitano tuttavia la stessa direzione attraverso il parenchima, locchè non si accorda mica colla prima proposizione (1). Vide Gruithuisen (2), nell'orlo del fegato di una rana, tra le granellazioni glandolari, certi interstizii nei quali il sangue si spargeva; ma non è perciò provato, che la membrana vascolare non esista. Secondo Rathke (3), nella lampreda spargesi sangue arterioso, nel tessuto degli organi genitali, senza essere rinchiuso entro vasi particolari, ed esso bagna le uova od i globetti testicolari, come se fosse introdotto in una spugna; però l'analogia deve farci presumere che la membrana vascolare non manchi neppur qui. Pensava Cuvier, che nelle aplisie, il sangue esca dalle arterie e sia assorbito dalle vene; ma Rudolfi (4) injettò le arterie di questi animali fin nei loro rami più delicati, senza che avvenisse stravaso. Parrebbe, secondo Audouin, che, negli isopodi, il sangue fluisca dalle arterie nei vuoti esistenti tra gli organi, e che di là passi nelle arterie polmonari; non di meno lo stesso autore reputa probabile, giusta alcune osservazioni più profonde eseguite sopra decapodi, che le vene sono la continuazione delle arterie, ma che esse non consistono che in certa membrana sottile attaccata al tessuto degli organi, come lo è alla dura-madre nel cervello dei mammiferi. Finalmente Trevirano (5) pretende che non si possa scoprire verun vaso nelle lamine branchiali del maggior numero dei crostacei, che il sangue si sparga nello spazio compreso tra le due lamine membranose di cui esse componsi, e che vi descriva una rivoluzione semi-circolare. Evvi, per dir vero, quasi impossibilità di dimostrare agli occhi, in parti cotanto delicate, una parete che deve essere trasparente, ma non sembra men certo che il sangue non possede la pienezza delle sue proprietà se non in quanto è

(1) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 348.
(2) *Beitraege zur Physiognosie*, *p.* 159.
(3) *Bemerkungen ueber den innern Bau der Pricke*, *p.* 71.
(4) *Grundriss der Physiologie*, *t. II*, *p.* 176.
(5) *Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, *t. I*, *p.* 229.

rinchiuso nei vasi, e che una volta sparso o imbevuto nella sostanza organica, cessa di essere vero sangue (§§. 661, 652, 1.° 698).

(Nelle parti organizzate, il passaggio del sangue dalle ramificazioni arteriose maggiormente delicate nei rami più sottili delle vene accade mediante vasi capillari microscopici e reticellati, nelle maglie dei quali si trova la sostanza propriamente detta dei tessuti. Ecco quanto scorgesi in tutte le fine injezioni, come altresì quando si osserva la circolazione sopra parti animali viventi. Fra queste ultime, quelle che meglio delle altre convengono sono le trasparenti come la membrana natatoja, i polmoni e la vescica delle rane, la coda delle larve delle rane e delle salamandre, e l'uovo covato degli uccelli, dei rettili e dei pesci, i giovani pesci, le branchie delle larve di rospi e di tritoni, quelle del proteo, le natatoje dei pesci, le ali di vespertillo, il mesenterio di tutti gli animali. Puossi però, col soccorso di un microscopio semplice, vedere distintissimamente questo passaggio in quasi tutte le parti opache delle larve dei tritoni quanto negli organi trasparenti. Così si si convince che tutte le parti organiche si comportano all'incirca compiutamente nella stessa maniera, per riguardo ai reticelli capillari. Io stesso osservai la circolazione nella membrana natatoja delle rane, nel mesenterio delle rane, dei rospi e dei sorci, nel blastoderma degli uccelli, del rospo ostetrico e dei sauriani, nelle branchie delle larve dei tritoni e dei protei, nelle ali del vespertillo, nella coda dei girini delle rane, nel fegato, nella vescichetta biliare, nel canal intestinale ed in molte altre parti delle larve di salamandre, fra gli insetti in alcuni giovani scutigeri, e tra i vermi nella *hirudo vulgaris*. Gli insetti ed i crostacei inferiori soli non hanno reticello capillare tra i vasi afferenti ed i vasi efferenti, che passano immediatemente dagli uni agli altri.

Le arterie maggiormente delicate vanno sempre anastomizzandosi di più in più le une colle altre. Siffatte anastomosi finiscono col degenerare in un reticello continuo di vasi capillari, d'onde le vene nascono egualmente mediante numerose anastomosi. Il passaggio dalle arterie alle vene nei vasi capillari è adunque soltanto relativo, nè puossi dire con precisione dove le une principino, dove le altre finiscano. Siffatto passaggio non è neppur più ovunque ridotto alla stessa esiguità; scorgonsi di frequente alcune piccole arterie, il cui lume abbraccia molti globetti di sangue, ripiegarsi sopra sè stesse e divenire piccole vene, intanto che i capillari più delicati a favore dei quali tale passaggio si effettua, non possono ammettere i globetti del sangue che uno per uno. Ma questi capillari delicatissimi non si assottigliano di più, serbano lo stesso diametro in quasi tutta la estensione dei reticelli e non principiano a divenire alquanto più grossi che quando

continuano coi rami arteriosi o venosi. Tutti questi fatti non autorizzano però ad ammettere, con Bichat, un sistema capillare particolare, formante antagonismo alle arterie ed alle vene. Le principali differenze che scorgonsi nel passaggio dalle arterie alle vene, sono le seguenti:

a. La piccola corrente arteriosa s' incurva sopra sè stessa e diviene vena senza altra disposizione qualunque. Siffatta particolarità fu osservata specialmente da Haller, Doellinger ed Oesterreicher, sopra giovani pesci, nei quali la corrente arteriosa si rovescia, verso la estremità della coda per produrre la vena.

b. Nelle branchie dei pesci e delle larve di salamandre, di rane e di rospi, le lamelle branchiali maggiormente delicate si compongono di una piccola corrente ascendente e di un'altra discendente, le quali continuano immediatemente una coll'altra mediante semplice inflessione, e che comunicano egualmente insieme mediante vasi trasversali regolari, come lo provano le osservazioni di Configliachi e le mie. Rusconi non vide i rami trasversali tra le correnti venose ed arteriose; egli non disegnò che la inflessione anteriore.

c. Il caso maggiormente comune è quello in cui le arteriole si ramificano alla maniera di alberi, si anastomizzano insieme, e finiscono con costituire reticelle da cui nascono i principii egualmente dendritici delle vene. A siffatte reticelle, recansi arterie e vene, ora parallele, ora ravvicinate, ma non mai accollate l'una all'altra. Nel fegato il reticello capillare riceve rami afferenti dalle vene epatiche, come puossi convincersene mediante injezioni bene eseguite. A quello dei polmoni pongono foce ed arterie polmonari e ramificazioni delle arterie bronchiali. È noto eziandio esservi anastomosi tra alcuni rami molto considerabili di questi due ordini di arterie. Nei rettili e nei pesci, che indipendentemente dalle arterie e dalle vene hanno pure vene afferenti renali, la stessa comunicazione di capillari effettuasi tra tutti questi vasi, giacchè nella rana, il mercurio passa subito dagli uni negli altri.

d. Nelle branchie di molti molluschi, specialmente acefali, come i mitoli e le ascidie, riscontransi parecchie reticelle capillari a maglie quadrate di una regolarità geometrica.

La immagine della circolazione è quasi affatto la stessa in tutte le parti di animali vertebrati finora esaminate; la sostanza propria degli organi produce, di mezzo a reticelle capillari, certe isole di forma irregolare.

Abbiamo molte tavole rappresentanti i vasi capillari nello stato di vita. Reichel incise quelli del mesenterio della rana. Cowper gli altri del polmone di quest'animale; Rusconi e Configliachi, quelli delle branchie

del proteo; Steinbuch i pertinenti alle branchie delle larve dei tritoni; Baumgaertner quelli degli embrioni e delle larve di pesce, di rane e di salamandre; G. Muller, quelli del fegato delle larve di tritone e delle branchie dell'embrione del rospo ostetrico; Gruithuisen, quelli del fegato della rana; Pander, quelli *area vasculosa* dell' uovo di uccello; Doellinger quelli dei giovani pesci; Schultz, quelli della membrana natatoja delle rane; Kaltenbrunner, quelli di differenti parti delle rane e mammiferi; Prevost e Dumas, quelli dei polmoni delle salamandre; Rusconi, quelli delle branchie di larve dei tritoni; G. Muller, quelli dell'*hirudo vulgaris;* Grusthuisen, quelli della *daphnia sima*, e Carus quelli degli insetti.

I vasi capillari non sono per conseguenza, in tutte le parti organizzate, altro che i passaggi reticuliformi delle arterie alle vene, e in niuna parte esistono quelle terminazioni libere di vasi sanguigni di cui gli antichi avevano tanto parlato, di cui i patologhi eransi valsi per erigere tante teoriche; le stesse villosità intestinali non presentano che reticelli ed ansule di arterie e di vene. Importa tanto più insistere sopra questo risultato di tutte le injezioni delicate e di tutte le osservazioni microscopiche, che Haller, adottando le grossolane idee fisiologiche de' suoi predecessori, aveva potentemente contribuito a mettere in credito la ipotesi di aperture schiuse alla estremità dei vasi sanguigni, aperture di cui esso ammetteva cinque specie nelle membrane, nei vasi linfatici, nei condotti secretorii, nel grasso e nelle vene. Ma siffatte aperture erano allora una disposizione di cui non potevasi fare a meno, dappoichè non si comprendeva neppure senza di esse la secrezione del muco nè quella del grasso. Di tutti questi modi di transizione delle arterie, non ne esiste che un solo, il passaggio diretto nelle vene) (1).

§ 702. Ora, dappoichè il sangue è trasmesso dalle arterie nelle vene mediante canali, questi possono essere, o semplici vuoti nella sostanza organica, o veri vasi, i quali continuano da un lato colle arterie, dall' altro colle vene.

I. Dice Doellinger (2) che le più piccole correnti di sangue si spargono nella sostanza animale, e che chiunque avrà una volta veduto la circolazione, non potrà pensare ancora ad ammettere vasi capillari; la sostanza animale interposta fra essi è contratta sopra sè stessa nei pezzi injettati secchi, e non iscorgesi che la massa della injezione, la quale prese il posto delle correnti sanguigne. Pretende egli che questa materia

(1) *Giunta di G. Muller.*

(2) *Was ist Absonderung? p.* 25.

animale non sia tagliata dalle correnti del sangue altramenti che non lo è la sabbia dall'acqua che fluisce (1), ed allega in prova le sue osservazioni sopra gli embrioni di pesce, dalle quali risulta, per un lato, che, mediante i progressi dello sviluppo, la corrente del sangue acquista nuovi rami e nuove forme di direzione, dall'altro, che certi globetti talvolta se ne scappano, percorrono uno spazio più o meno esteso all'esterno di esso, e poscia vi rientrano o si praticano una via separata e si anastomizzano con altre correnti, o finalmente si perdano nella massa organica (2). Ammette Meyen (3) colla guida di esso, che le arterie e le vene terminano nel parenchima e che i vasi capillari sono semplicemente escavazioni cilindriche di quest'ultimo, senza pareti proprii. Oesterreicher (4) aggiunge eziandio, come prova, che formansi talvolta nuovi rami ad alcune arterie, che questi tronchi di nuova formazione s'imboccano con vene, e che la uscita del sangue fuori dalle arterie fu osservata (§. 696, 2.°), sebbene egli dica ad un tempo che i vasi non hanno aperture, che essi fondonsi soltanto poco a poco col tessuto cellulare e cessare di esistere come condotti speciali. Secondo Kaltenbrunner, i globetti del sangue non escono in istato di sanità nè da grossi nè da piccoli vasi; ma i vasi di piccolo calibro non hanno pareti proprie, sono semplicemente escavazioni incavate nel parenchima, giacchè mai non iscorgesi membrana che loro appartenga. Osservando col microscopio la natatoia caudale di un pesce, scorgesi dapprima la circolazione molto regolare; ma essa non tarda a rallentarsi, e dappoi diviene irregolare; i canali si dilatano, apronsi ad un tratto, ed i globetti del sangue si stravasano nel parenchima, in guisa che non iscopresi più verun vaso regolare nella natatoia intiera (5). Wedemeyer parteggia per le stesse viste (6).

B. *Vasi capillari.*

II. Intendesi per *vasi capillari* quelli che la loro tenuità permette di paragonare a tubi capillari, e che la corrente sanguigna percorre passando dalla direzione arteriosa alla direzione venosa, tra le quali essa dimora,

(1) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen, t. VII, p.* 179.

(2) *Ivi, p.* 187.

(3) *Diss. de primis vitae phaenomenis, et de circulatione sanguinis in parenchymate, p,* 25.

(4) *Versuch einer Darstellung der Lehre vom Kreislaufe des Blutes, p.* 103.

(5) *Froriep, Notizen, t. XVI, p.* 308.

(6) *Untersuchungen ueber den Kreislauf des Blutes, p.* 262.

per così dire, in una specie di fluttuazione. Ma questi vasi passano per gradazioni o per accrescimento insensibile del loro calibro, da un lato alla condizione di arterie, dall' altro a quella di vene, sicchè non è possibile assegnar loro limiti precisi; la circolazione ha pure, negli uni, la direzione arteriosa, negli altri la direzione venosa, ed ove si volesse determinarli colla scorta della sola direzione, non si potrebbe riguardare come capillari che i punti in cui una cessa per dar il luogo all' altra. D' altro lato se si pretendesse appigliarsi al loro carattere fisiologico, in virtù del quale il loro sangue entra in conflitto con gli organi ed il mondo esterno, non tornerebbe meno impossibile dire ove essi principiano ed ove finiscano. Laonde se per sistema capillare intendesi un genere particolare di vasi, i quali differiscano dalle arterie, dalle vene e dai linfatici mediante caratteri cotanto positivi come quelli sui quali posa la distinzione stabilita fra questi ultimi, bisogna negare la esistenza di tale sistema. Che se poi adoprasi il termine solo quale abbreviazione indicante il complesso delle ramificazioni maggiormente delicate delle arterie e delle vene, non havvi obbiezione d' accampare contro la sua applicazione.

1.° Giudicando colla scorta delle viste generali, ne sembra verisimile che i capillari abbiano pareti proprie, o che essi siano realmente vasi. La storia dello sviluppo dell' embrione ne insegnò che le correnti sanguigne, le quali spargonsi dapprima liberamente attraverso la massa organica, non tardano ad acquistare pareti speciali. In niuna parte non produconsi vasi vuoti, ma in niuna parte altresì il sangue rimane senza involucro; il vaso è il lato esterno necessario del sangue; finchè questo risulta vero sangue, vale dire finchè esso è succo vitale differente da tutti gli altri liquidi, si crea la sua propria delimitazione in virtù della sua spontaneità (§. 688, 1.°). Ora il sangue non si risolve già compiutamente in formazioni novelle alla estremità delle arterie, ma ritorna per le vene rimanendo essenzialmente la stessa sostanza; deve adunque aver pure colà i suoi vasi proprii.

Ma il sistema sanguigno racchiude in sè un antagonismo di centro e di periferia. Nel suo centro (cuore e tronchi vascolari), gode dell' indipendenza e di una organizzazione particolare, attesochè alla membrana vascolare primordiale si applicano muscoli, fibre contrattili, vasi nutrizii, nervi, tessuto cellulare ed una membrana sierosa (§. 688, 2.°-4.°). Nel punto opposto, alla periferia (vasi capillari), il sangue entra in conflitto colla massa organica ed in parte altresì col mondo esterno, ed il vaso sanguigno abdica la sua indipendenza, giacchè diviene una parte del tessuto proprio, e si spoglia delle sue membrane esterne; ma non conserva però

meno la sua esistenza; giacchè la membrana vascolare comune, che circonda il corpo del sangue, persiste senza molestare il suo conflitto coll' esterno. Per tal guisa adunque, se il centro e la periferia sono opposti l'un all'altra, ma che, quali parti di un tutto, si accordino insieme riguardo ai punti essenziali, la continuità del sistema che rappresentano fa sì che essi passino dall' uno all' altra per gradazioni intermedie; più il vaso si avvicina alla periferia, più altresì la sua parete diviene sottile, più esso perde di sua indipendenza, con maggior intimità si attacca agli organi coi quali il sangue deve entrare in rapporto intimo; ma, siccome non perisce esso già perciò intieramente, siccome all' opposto conserva la propria esistenza e ritorna al cuore senza avere cessato di essere sangue, serba altresì la sua parete propria, ed il vaso non diventa già perfettamente identico cogli organi. Si può seguire i vasi sanguigni a grande profondità nella sostanza degli organi, tanto spogliandoli collo scalpello, quanto ponendoli a nudo mediante la macerazione; la parete va sempre assottigliandosi, e le ramificazioni più delicate non possono più essere proseguite dallo scalpello nè svolte dalla macerazione; ma la osservazione microscopica del sangue scorrente ed i pezzi injettati provano esservi continuità compiuta nel tessuto vascolare, e non iscoprirsi in niuna parte veruna terminazione della parete vascolare.

2.° La direzione delle piccole correnti sanguigne deve essere determinata o dalla natura del tessuto degli organi, o dalla penetrazione del sangue in una massa amorfa. Ora, queste piccole correnti sembrano sempre cilindriche durante la vita, come lo sono i vasi capillari pieni d' injezione; per conseguenza, converrebbe che il parenchima di tutti gli organi consistesse in fibre parallele acciocchè le piccole correnti del sangue fossero nel caso del succo vegetabile contenuto nei meati intercellulari, vale dire non dovessero i loro limiti che alle parti circonvicine. Però, siccome non si può dimostrare tale tessitura, siamo costretti ammettere che il sangue si pratichi la propria carriera in una sostanza molle ed amorfa. Ma parecchi fatti stabiliscono altresì che questa carriera non rimane già semplice gronda, e si consolida mediante la formazione di una parete propria. Infatti, se essa fosse semplice gronda entro sostanza molle, basterebbe ogni lieve pressione, giusta la considerazione di Weber (1), per deprimere i lati e fare che essi s' accollassero insieme, mentre invece la esperienza dimostra che, quando i vasi capillari di una parte furono compiutamente vuotati mediante la compressione, il sangue che vi affluisce

(1) *Anatomie des Menschen, t. I, p.* 250.

quindi di nuovo rientra nella stessa carriera di prima, come osservà Wedemeyer (1), ad esempio. Ogni organo, d' altronde, ci presenta una forma costante di distribuzione dei vasi capillari, e tale costanza della forma annuncia la persistenza della parete. Se il sangue fluisse nella materia animale come l'acqua nella sabbia, i vasi capillari che injettansi non sarebbero cotanto regolarmente cilindrici, ma apparirebbero irregolari, ora dilatati, ora ristretti. Haller (2), Doellinger (3) e Wedemeyer (4) avevano già osservato, e puossi di leggieri convincersene, che accade spesso a certe correnti arteriose e venose di camminare rinserratissime l'una contro l' altra, anche attraverso l' una dell'altra, senza che la loro direzione sia alterata; devono adunque aver pareti che siano loro proprii. Si vide l' aria, spinta in un' arteria di cert' animale vivo, uscire poco dopo per la vena corrispondente (5); se non avvesse trovato solide pareti nei capillari, non avrebbe assunto un cammino cotanto stretto, e si sarebbe sparso nel parenchima degli organi. La riplezione dei capillari del polmone mediante l'aria od il mercurio impedisce la circolazione (§. 744), mentre che, se i capillari fossero semplici gronde, il sangue si praticherebbe una strada novella. Allorquando formossi un grumo nei vasi capillari di un animale vivente, i globetti del sangue sono fermati da esso, senza che possano crearsi un' altra via (§. 721, 2.°); i grumi intercettano pure la comunicazione stabilita mediante anastomosi (§§. 714, 9.°; 729, 2.°).

3.° Nei tessuti puramente vascolari, la coroide, ad esempio, non avvi sostanza nella quale possano formarsi colatoj pel sangue; ma là dove i vasi non sono involti per l' aggiunta di altra sostanza, le preparazioni ben fatte ci mostrano, in modo evidentissimo, come provò Soemmerring (6) che i vasi capillari sono i prolungamenti delle arterie ed i principii delle vene, e la distanza che li separa è talmente piccola da non potersi pensare a ramificazioni più tenui tra essi. Questi vasi si manifestano altresì, anche senza injezione, sotto forma di filamenti delicatissimi, nella sostanza del cervello, quella specialmente dei corpi striati.

4.° Si negano le pareti perchè non sono visibili; pure la membrana vascolare comune è trasparente, anche nei tronchi vascolari colti dalla

(1) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, p. 206.

(2) *Opera minora*, t. I, p. 175.

(3) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, t. VII, p. 187.

(4) *Loc. cit.*, p. 200.

(5) *Dieffenbach, Die Transfusion des Blutes und die Infusion de Arzneien in die Blutgefaesse*, p. 181.

(6) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, t. VII, p. 12.

morte, con maggior ragione deve esserlo nelle ramificazioni più delicate e durante la vita (§. 634, 9.°); è precisamente perchè vedesi scorrere il sangue che desse racchiudono che non si possono vedere esse stesse, nella guisa stessa che la serosità trasparente del sangue risulta invisibile, sebbene esista certamente. Ma allorquando sonvi due capillari uno sopra l'altro, si scorgono la loro membrana. Già Reichel (1) aveva osservato alcune strisce più cariche sui lati della corrente sanguigna, laddove le pareti sono maggiormente avvicinate. Spallanzani (2) dice, sembrare che le correnti del sangue più delicate non abbiano pareti, e che tuttavia se ne scoprono talvolta vestigie sotto forma di orli oscuri. Secondo Wedemeyer (3). le pareti della maggior parte di questi vasi formano due linee parallele sottilissime. Si convinse egualmente G. Muller che le correnti sanguigne più sottili sono limitate da sostanza plastica condensata (4); ora là membrana vascolare comune non è già altra cosa.

5.° Doellinger osservò, in embrioni di pesci, i cambiamenti della corrente sanguigna e del corso di certi globetti di cui parlossi superiormente. Non avvi dubbio che nell'embrione, gli organi ricevono sangue prima ancora che esistano vasi, che quindi questo liquido non incomincia dal fluire in gronde alle quali esso diede origine pel fatto stesso della sua penetrazione, ma torna già per sè stesso probabile che le pareti di queste gronde non tardano a condensarsi ed a limitarsi per riguardo al resto della sostanza, giacchè un ruscello finisce collo scavarsi poco a poco un letto esatto scorrendo attraverso la sabbia. D'altronde siffatta condensazione progressiva può essere osservata in modo diretto. Secondo Spallanzani (5), i tronchi vascolari dell'embrione del pulcino, che sono dapprima trasparenti, diventano dal quinto giorno opachi, e siffatta opacità si estende in modo progressivo ai rami, sicchè al nono giorno non iscorgesi più il sangue che a stento nelle ramificazioni più tenui. Giudicando colla scorta dell'analogia, dobbiamo presumere che lo stesso fenomeno accada egualmente nei vasi capillari contenuti dall'interno degli organi.

Dopo che formaronsi alcune pareti solide, può eziandio sopravvenire nella circolazione tali fenomeni, i quali sembrano dover far dubitare della

(1) *De sanguine ejusque motu*, *p.* 17.
(2) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 169.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 200.
(4) *Meckel*, *Archiv fuer Anatomie*, 1829, *p.* 186.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 287.

loro esistenza. Vide Wedemeyer (1) talvolta un globetto di sangue staccarsi dalla corrente camminare lentamente, facendo pause, poi finire collo immergersi in altra corrente, ove altri non tardavano a seguirlo. Ma in taluni di questi casi, riconobbe egli distintissimamente che la carriera in apparenza di nuova formazione era un antico vaso capillare depresso, di cui una linea nera nel tessuto cellulare segnava la traccia.

6.° In seguito ad infiammazioni, formasi sangue, con nuovi vasi, i quali si addattano ai vasi anteriormente esistenti. Questo fatto sembra protestare contro la esistenza delle pareti permanenti; ma si concilia realmente con essa; giacchè la nuova formazione che si effettua non è che una ripetizione parziale ed incompiuta della prima, nella quale produconsi pure aperture a canali chiusi da ogni parte (§. 438, 2.°). È adunque perfettamente conforme alla natura che la parete delicata di un vaso capillare si attenui e si perfora nel punto in cui una nuova piccola corrente sanguigna fa sforzo contro di essa. Ma la formazione di nuovi vasi ed il loro abboccamento con gli antichi sono argomenti cui dobbiamo riserbare pel momento nel quale ragionerassi della produzione dei solidi organici.

Si disse che, durante l'agonia di un pesce, il sangue erasi sparso dai vasi capillari della natatoja caudale nel parenchima; è questo un fenomeno talmente al di fuori di quelli che riscontrasi ovunque, da esser tentati attribuirlo ad una pressione accidentale.

(C. F. Wolff, Hunter, Doellinger, Gruithuisen, Wedemeyer, Oesterreicher e Baumgaertner negano la esistenza di pareti proprii, ammessa da Leuwenhoek, Haller, Spallanzani, Prochaska, Bichat e Rudolfi.

La formazione di nuovi vasi, che Doellinger ed Oesterreicher considerano quale argomento in favore della non esistenza delle pareti, non prova nulla pei vasi già formati. La larghezza delle correnti e la piccolezza delle isole di sostanza nei polmoni delle rane e delle salamandre e nelle branchie di larve dei tritoni, che determinarono Wedemeyer abbracciare siffatta opinione attestano piuttosto il contrario, giacchè queste piccole isole dovrebbero qualche volta prender parte esse stesse alle correnti. Sonvi però eziandio prove dirette dimostranti che i vasi capillari hanno pareti costituite da una membrana sottilissima. Puossi infatti dimostrare questa in un parenchima facile a sciogliersi dall' acqua, e che lascia dopo di sè i reticelli dei capillari. Per tal guisa i capillari dei reni, che circondano i condotti uriniferi serpentini della sostanza corticale, si mostravano indipendenti allorquando faceva rammollire per qualche tempo nell'acqua

(1) *Loc. cit.*, *p.* 200.

un piccolo pezzo di sostanza renale dello scojattolo, e l' esaminava poscia col microscopio. La indipendenza di questi vasi è molto più facile a comprovarsi nella coroide, nella iride e nel corpo ciliare. Ma la esistenza delle loro pareti membranose non può essere in niuna parte con maggior evidenza dimostrata come nell' organo di cui devesi la scoperta a Treviranо, l'organo in forma di piastra che si riscontra nella coclea degli uccelli. Giusta le belle osservazioni di Windischmann, queste piastre non sono che le pieghe od i raggrinzamenti di certa membrana, la quale si estende sopra la lamina spirale della coclea degli uccelli. Questa membrana risulta ovunque delicata e polposa, ma la sua sostanza molle è sparsa di un reticello vascolare bellissimo cui Windischmann ed io abbiamo injettato. La sostanza molle dell'organo si discioglie facilmente nell'acqua e rimane il reticello presentante le sue maglie vuote. Non è necessario ricorrere alla injezione acciocchè le ansule ed i reticelli vascolari si conservano colle loro pareti membranose evidentissime, dopo la dissoluzione della sostanza polposa. Bisogna d' altronde, rappresentarsi le pareti di queste correnti delicate come semplici limiti più condensati della sostanza, e non quali membrane indipendenti) (1).

§. 703. Finalmente abbiamo tuttavia da esaminare il quesito, se tra i vasi capillari, alcuni conducono serosità sanguigna pura, od almeno carica di sì poca quantità di globetti, da essere essi medesimi trasparenti nè possano quindi essere veduti. La esistenza di questi vasi sierosi fu spesso negata nei tempi moderni, fra gli altri da Oesterreicher (2), ma sembra che ciò fosse a torto. Fondasi per ammetterli, sopra il resultato delle injezioni (I), sopra diversi fenomeni vitali (II), finalmente sopra la osservazione microscopica della circolazione nei vasi capillari (III).

I. Fu il primo Ruischio, il quale, colla scorta delle proprie injezioni, concluse che esistono vasi sierosi. Infatti, le injezioni sembrano rendere visibile un maggior numero di vasi cui il sangue non riempiva durante la vita ; giacchè certe pareti, le quali avevano soltanto color rosso pallido, assumono color molto più carico dopo essere stati injettati. Nondimeno, è un fatto ancora più importante, che puossi injettare certi vasi, i quali, nello stato ordinario, non conducono già sangue rosso, per esempio, i rami che l' arteria centrale della retina invia alla capsula cristallina.

II. Diversi fenomeni vitali avevano già determinato Vieussens ad ammettere alcuni vasi sierosi.

(1) *Giunta di G. - Muller.*
(2) *Loc. cit.*, *p.* 113.

1.° Esistono primieramente alcune parti contenenti poco o nulla sangue rosso, le quali tuttavia si nutrono e sono umide, come, ad esempio, le cartilagini, le membrane fibrose, l'aracnoide e la congiuntiva. Secondo la osservazione di Wedemeyer (1) queste parti sono precisamente, insieme colla sierosità sanguigna, quelle che tingonsi di preferenza in giallo nella iterizia, mentre altre, le quali ricevono sangue rosso, serbano il loro colore naturale.

2.° Il rossore ed il pallore provocati dalle emozioni morali, il coloramento della pelle nell' acqua calda e nell' acqua fredda, non possono egualmente essere spiegati senza ammettere vasi sierosi. Un altro fatto ancora più importante è la comparsa di vasi conducenti sangue nella infiammazione delle parti, le quali abitualmente non ricevono sangue rosso. Questi vasi diventano allora apparenti in certi organi, nei quali verun anatomico non ne injettò per anco veruno, ad esempio, nell' aracnoide (come lo prova una preparazione esistente ad Heidelberga) o nella cornea trasparente. Pure sarebbe possibile che i vasi fossero debitori della loro formazione alla flemmasia, come lo è altresì che essi esistano nello stato normale, ma pieni solamente di sierosità sanguigna e troppo sottili per ammettere la injezione. L' esempio della congiuntiva è più decisivo, giacchè alcuni vasi conducenti sangue non tardano a manifestarvisi ogni qual volta essa patisca certa irritazione. Si pretese che il sangue, il quale diventa allora visibile, sia di nuova formazione, o che le correnti vicine l'abbiano inviato nel parenchima rammollito della membrana, sprovveduta per sè stessa di vasi (2). Tuttavia la formazione del sangue ed il rammollimento del parenchima possono essere benissimo la conseguenza e non il principio della infiammazione. Se le irritazioni meccaniche e chimiche più svariate, determinassero la formazione di nuovo sangue, e che tale formazione avvenisse istantaneamente, schiuderebbesi un campo affatto nuovo per la medicina; è però questa una ipotesi oggidì inammisibile. In quanto a ciò che concerne i vasi capillari della congiuntiva, si può injettarli sopra un occhio, il quale era perfettamente sano, giacchè Eble (3) ne descrisse e designò benissimo l' origine ed il corso, e siccome essi non contengono sangue durante la vita, questo solo fatto dimostra qui la esistenza dei vasi sierosi. Si osserva talvolta nella congiuntiva alcune macchie brunastre o rosse, simili ad isole, e che sono senza connessione con verun altro vaso;

(1) *Loc. cit.*, *p.* 289.

(2) *Secondo Meyen, nell' Isis,* 1828, *p.* 405.

(3) *Ueber den Bau und die Krankheiten der Bindehaut des Auges, p.* 40, *fig.* 7-8.

ma questo fenomeno spiegasi altresì mediante il sangue condotto, giacchè i globetti del sangue che passano uno per uno nei capillari allo stato normale, possono accumularsi in quelli di cui la irritazione aumentò il calibro, e produrre in tal guisa del rossore.

3.° I vasi maggiormente superficiali della pelle non conducono che sierosità sanguigna; giacchè allorquando si toglie la epidermide con circospezione, fluisce del siero, il quale non era accumulato dapprima sopra di questo punto, e, se la incisione è più profonda, comparisce il sangue. Le ulcere atoniche esalano spesso puro siero; alquanta irritazione fa che trassudino siero sanguinolento, e se la irritazione è spinta più oltre ne fluisce sangue puro. D' altra parte, nelle ferite recenti, i vasi capillari divisi somministrano dapprima sangue, poi, in capo ad alcune ore, certa serosità sanguinolente, e più tardi ancora sierosità limpida. Per simil guisa il sangue rosso penetra nei capillari destinati a condurre sola sierosità sanguigna, ogni volta che l' afflusso del sangue aumenta, ed altri che contengono abitualmente sangue rosso non ammettono più altro che la sierosità, quando la pressione atmosferica combatte l' affluenza del sangue. È adunque lo stato della vita che regola il contenuto dei capillari, avuto riguardo alla sierosità ed ai globetti, e non si errerebbe quando si volessero stabilire limiti troppo precisi, considerando i vasi sierosi come un' ordine di condotti a parte.

III. Osservando la circolazione col microscopio,

4.° Si scorgono costantemente alcune correnti sanguigne le quali consistono in semplici serie di globetti, che per conseguenza sono privi di colore, e non possono essere veduti ad occhio nudo. Se ammettesi ora, come aveva già fatto Senac (1), che i vasi sierosi, considerati nell' accettazione maggiormente generale del vocabolo, sono capillari ordinariamente privi di colore e per ciò stesso invisibili, ma suscettibili, quando l'afflusso del sangue aumenta, di ammettere questo liquido e di sembrare rossi, la loro esistenza è provata.

5.° Secondo la considerazione di Wedemeyer (2) a norma che si impiccolisce il diametro dei vasi capillari, aumenta nel loro interno la quantità di sierosità sanguigna, e scema quella dei globetti, sicchè, come fece vedere Muller (3) questi camminano isolati ed in serie gli uni dietro gli altri nelle correnti maggiormente esigue. Dopo tutto questo, è non solo

(1) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 174.
(2) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 346.
(3) *Ivi*, 1829, *p.* 186.

possibile, ma eziandio verisimile, che sianvi alcune correnti ancora più delicate, le quali abitualmente non contengano minimamente globetti, e che non vedonsi, giacchè la sierosità sanguigna che contengono è trasparente e priva di colore.

6.° Ma si videro realmente simili correnti, libere, almeno momentaneamente, di globetti di sangue. Osservò Haller (1) che i capillari arteriosi cessano talvolta di condurre globetti, senza per ciò sparire, e Wedemeyer (2) riscontrò che essi conservavano tuttavia la loro capacità anteriore, di maniera che devono essere pieni di sierosità sanguigna. Quest' ultimo osservò di frequente (3) alcuni capillari, indicati da due linee, i quali erano cotanto stretti che, quando si presentava un globetto al loro orificio, vi rimaneva fermato, poi si trovava in capo a qualche tempo strascinato dalla corrente ; ma talvolta eziandio questo globetto vi entrava, a così dire, per forza, dopo di che altri lo seguivano, per cui il vaso sieroso diveniva da quel momento un capillare sanguigno. Convinse Wedemeyer della esistenza della sierosità sanguigna nei vasi che non conducevano globetti, il fatto che quando li vuotava facendo perire l'animale di emorragia, o confricandoli con pennello, essi avvizzivansi, e comparivano soltanto come striscie di tessuto cellulare condensato (4).

(Nei capillari più delicati, i globetti non passano che uno per uno, e con interruzioni, sicchè puossi contare i momenti che scorrono tra i passaggi di questi corpi isolati. Ora essi succedonsi con rapidità, ora non giungono che a grandi intervalli ; certa gronda non presenta per qualche tempo che sierosità sanguigna, poi ad un tratto vi si scorgono globetti gli uni dietro gli altri. Senza globetti, le correnti sono prive di colore, trasparenti ; con globetti isolati, sembrano di color giallastro pallido, senza perdere la propria trasparenza ; molti globetti le rendono rossastre e se i vasi hanno maggior calibro, assumono allora il color rosso.

Ragionerassi più innanzi dei vasi capillari della cornea trasparente, della capsula cristallina e del corpo vitreo ; ma si domanda se queste parti trasparenti conducono sangue compiuto o solamente sierosità sanguigna. È provato dapprima che non sono già vasi particolari, ma soltanto rami di vasi sanguigni, e che eziandio in istato di sanità, la parete posteriore della capsula cristallina ha vasi i quali conducono sangue rosso. Puossi

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 88.
(2) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, *p.* 203
(3) *Ivi*, *p.* 205.
(4) *Ivi*, *p.* 284.

convincersene nei vitelli e nei buoi, aprendo con circospezione sul lato e per di dietro, molti occhi di questi animali; accadrà spesso che si troverà non solo l'arteria centrale del corpo vitreo, ma eziandio le ramificazioni che essa invia alla parete posteriore della capsula cristallina, piene di sangue, e non sarà neppur necessario ricorrere alla lente per assicurarsene. Non consegue già da ciò che tutti i vasi capillari delle parti trasparenti dell'occhio ammettano sanguerosso; potrebbe benissimo accadere che i più delicati fra essi non fossero accessibili che alla sierosità sanguigna trasparente. In certe parti trasparenti di animali viventi, non iscorgonsi altri vasi capillari che quelli i quali conducono globetti, sebbene nei più piccoli di essi, questi ultimi non si succedano frequentemente che a lunghi intervalli e con interruzioni. È poi certo che in niuna parte non sonvi altri vasi che i capillari ed i linfatici, e che i vasi ammessi dagli antichi, riposti in voga da alcuni patologi moderni sotto i nomi di *vasa serosa*, *seroso-lymphatica*, *arterioso-lymphatica*, e simili, devono essere rilegati tra le favole, insieme colle viti, i succhiatoj, le trombe e le estremità aperte dei vasi, con cui si si trastullava anticamente) (1).

C. *Vene e cuore.*

§. 704. Il resto del corso del sangue è più evidente, e cagionò men dubbii.

I. Il corso del sangue verso il cuore, mediante le vene, era già in parte conosciuto da Prassagora, il quale insegnava che il *pneuma* attinto nell'atmosfera passa, per le vene polmonali, al cuore e da di là nelle arterie. Molti fatti si riuniscono per provare essere siffatta direzione generale.

1.° Il primo consiste nella disposizione delle valvole, la quale fa sì che non si possano injettare le vene che nella direzione dei rami verso i tronchi. Al decimosesto secolo incominciossi a studiare queste valvole con maggior cura, e già Berengario di Carpi aveva riconosciuto che esse si oppongono al ritorno del sangue dai tronchi nei rami, sebbene più di un anatomico, fra gli altri Fabrizio di Acquapendente, credesse ancora che esse non avessero altro uso che di prevenire le dilatazioni oltre misura e l'afflusso troppo violente del sangue verso gli organi.

2.° Quando la circolazione è fermata nel cuore, i tronchi venosi si dilatano.

(1) *Giunta di G. Muller.*

3.° Allorchè legasi o comprimasi una vena, essa si vuota tra l'ostacolo ed il tronco od il cuore, e si gonfia tra questo stesso ostacolo e la periferia, mentre che il sangue si accumula altresì negli organi. L'antagonista più recente della circolazione, Kerr (1), obbietta che tale gonfiamento si riduce a poca cosa, e che non aumenta sebbene le arterie continuano a battere. Si comprende però benissimo che la vena non può distendersi al di là di certo termine, e che allora sopraggiunge un' ostruzione, a meno che, come nel maggior numero dei casi, il sangue non sia ricondotto al cuore mediante altre vene, in particolare da quelle che sono più profonde.

4.° Una vena tagliata per traverso, che ha valvole (e queste non mancano che nei tronchi e nelle vene dei visceri), non getta sangue continuamente che dalla estremità rivolta verso la periferia; in quanto alla estremità che guarda il cuore, il sangue non fluisce che dallo spazio compreso tra la ferita e la più prossima valvola, sicchè non è necessario legarla nelle operazioni chirurgiche.

5.° Finalmente, siffatta direzione della corrente dai rami verso i tronchi, e da questi verso il cuore, vedesi chiaramente negli animali, ove Malpighi la osservò pel primo in modo immediato.

II. Sapeva già Platone che il *cuore* invia il succo vitale; giacchè esso lo indicava come costituente la sorgente del sangue e la origine di tutti i vasi.

6.° Lo si scorge dilatarsi e ristringersi alternativamente, e quando esso è trasparente, si riconosce che, durante la diastole, riesce rosso e pieno di sangue, mentre, durante la sistole, si mostra pallido e vuoto (§. 471, 3.°).

7.° Se legansi i tronchi venosi, esso rimane vuoto; se pongasi una legatura sui tronchi arteriosi, esso rimane pieno; ove lo si apra, fluisce tutto il sangue.

8.° Allorquando trasfondesi sangue straniero nelle vene, o vi si infonde un altro liquido, queste sostanze ricompariscono nelle arterie.

9.° Le valvole sono disposte per modo che il sangue può passare dai ventricoli nelle arterie, sima non rifluire da queste in quelli; quindi solo per le vene giungesi ad injettare compiutamente il cuore.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 63.

ARTICOLO II.

Corso del sangue.

I. RAGGUAGLI DEL CORSO DEL SANGUE.

§. 705. Dopo aver considerato in generale la carriera percorsa dal sangue, bisogna studiarne le varie stazioni.

A. *Cuore.*

Incomincieremo dal *cuore.*

1.° È infatti il cuore evidentemente il punto centrale del sistema vascolare, dappoichè tutto il sangue delle varie vene vi si riunisce, e ne parte tutto quello che percorre le diverse arterie. Come parte costituente del sistema vascolare, esso porta il carattere del vaso (§. 688), ma ad un maggior grado di sviluppo. La membrana vascolare comune forma valvole, alle quali, come all' epidermide dello scheletro esterno, attaccansi alcuni muscoli mediante tendini. Lo strato celluloso esterno si sviluppò in una membrana sierosa, il pericardio. Finalmente lo strato fibroso mediano divenne una massa muscolare compiuta, con vasi sanguigni e nervi considerabili, nella quale la locomotilità animale innalzossi al suo maggior grado di potenza, senza ubbidire alla volontà.

2.° Intanto che le ramificazioni dei vasi cacciansi negli organi e sono ammessi nel loro tessuto, ma che i tronchi rappresentano semplicemente canali conduttori, il cuore si mostra organo speciale ed indipendente, sotto la forma di una vescichetta a pareti grosse, negli animali vertebrati e nei molluschi. Il cuore degli animali vertebrati è allogato nella cavità pettorale, rappresentata nei pesci dalla regione gutturale. Quello dei molluschi occupa diverse parti del corpo; in molti gasteropodi, ad esempio, trovasi desso collocato al dinanzi; in altri lo si rinviene per di dietro, e, nei bivalvi, esso circonda il retto alla maniera di anello. Negli animali articolati, la centralizzazione è men evidente, ed il cuore costituisce meno un organo appartato; negli insetti, nelle aracnidi e nei crostacei, lo si distingue tuttavia benissimo, ma tiene la forma di otricello, il quale, in molti crostacei, si estende lungo il corpo intiero e rassomigliasi ad un tronco vascolare, e che, serbando altresì la stessa forma negli insetti, vi porta il nome di vaso

dorsale. Rammenteremo qui che al momento di sua prima comparsa negli embrioni d'animali vertebrati, il cuore ha egualmente forma otricolare (§. 441, 1.° 2.°). Finalmente, negli annelidi, è desso sostituito da tronchi vascolari animati di movimento pulsatorio.

Negli animali senza vertebre, quest'organo è situato dal lato della superficie superiore, sopra i centri della sensibilità; ed al disotto di questi ultimi lo si rinviene negli animali vertebrati.

3.° Sonvi già nei cuori otricoliformi alcune fibre muscolari evidentemente sviluppate. Queste fibre costituiscono, nei cuori vescicoliformi, molti strati, di cui se ne contano eziandio due distintissimi l'uno dall'altro nei pesci. La maggior parte di esse tengono una direzione obbliqua o spirale, e quelle dei diversi strati s'incrocicchiano; ve ne ha però eziandio di circolari, che formano uno strato più sottile. Il tessuto è più sodo e più consistente che nei muscoli soggetti allo impero della volontà, e non contiene tessuto cellulare. La faccia interna è resa ineguale nell'uomo ed in molti mammiferi, mediante fascicoli muscolari, i quali si staccano dagli altri, e fanno prominenze tra cui scorgonsi alcuni vuoti, disposizione la quale rende possibile una contrazione più energica.

4.° La sostanza muscolare del cuore ha vasi più voluminosi e riceve in conseguenza maggior sangue dei muscoli dello stesso volume che ubbidiscono alla volontà. Le sue arterie sono, negli animali a sangue caldo, i primi rami dell'aorta, locchè non proviene unicamente dalla vicinanza, ma sembra dipendere altresì dall'aversi il sangue qualità arteriose più sensibili là che altrove; giacchè, nei pesci, le arterie cardiache non nascono già dall'arteria branchiale che esce dal cuore, ma dal principio dell'aorta prodotto dal confluente delle vene branchiali.

5.° I nervi del cuore sono più sottili e più molli di quelli dei muscoli soggetti alla volontà. Partono dal gran simpatico e dal nervo del decimo paio cerebrale; è specialmente il primo che li somministra nell'uomo, ed il secondo negli animali.

6.° Il cuore otricoliforme è attaccato alla parete del corpo mediante muscoli e legamenti. Il cuore vescicoliforme degli animali vertebrati e dei molluschi è circondato da una membrana sierosa; il pericardio, che lo fissa alle parti vicine, lo isola, impedisce che sia compresso nelle varie attitudini del corpo, e mantiene la sua mobilità mediante la umidità e la lubrificazione delle sue superficie corrispondenti. Nei mammiferi e negli uccelli, la metà interna del pericardio, quella che aderisce al cuore, si ripiega sopra sè stessa, nella congiunzione di quest'organo coi tronchi vascolari, e costituisce così la metà esterna o parietale, quella che è libera.

In molti pesci e rettili, trovansi inoltre connessioni filiformi tra le due metà, principalmente alla punta del cuore. Il pericardio favorisce i movimenti del cuore; se lo aprasi sopra un animale vivente, i battiti cardiaci diventano più violenti, ma non tardano ad indebolirsi, e cessano più presto che nel caso di semplice apertura del petto (1). Questo fenomeno si osserva eziandio nei pesci (2), sicchè non proviene unicamente dalla influenza dell' atmosfera e dalla sua temperatura.

I. MOVIMENTI DEL CUORE.

a. *Movimenti del cuore in generale.*

§. 706. La vita del cuore si manifesta mediante il movimento col quale quest' organo comunica la impulsione al sangue.

I. Nell' uomo vivente,

1.° Si sente questo movimento nel sito ove corrisponde la punta del cuore, vale dire fra le cartilagini della quinta e della sesta costola del lato sinistro. Il dito, collocato su questo punto, riceve, ad intervalli regolari, e che corrispondono al polso delle arterie, una scossa, la quale non puossi attribuire che all' urto del cuore, e che dicesi *battito (pulsus, ictus)*.

2.° Applicando il proprio orecchio sopra questa regione del petto, a nudo, o meglio ancora dopo averlo coperto con foglio di carta, sentesi egualmente una scossa o scuotimento, prodotto dall' urto del cuore. Fa osservare Laennec (3) che quest'urto sta in ragione diretta della grossezza della sostanza muscolare del cuore, e che, quando esso è forte, sentesi il cuore toccare dapprima un solo punto, poi urtare tutta la superficie indicata superiormente, e quindi ritirarsi ad un tratto. Odesi ad un tempo certo rumore alquanto cupo, seguito immediatamente da altro analogo, ma più rumoroso e più breve; poi viene una pausa, dopo cui riproducesi il fenomeno. Lo stetoscopio è utile per tal sorta di osservazioni. Laennec (4) che ha pel primo attratta l'attenzione sopra quest'argomento, paragona il secondo rumore al battito della valvola di un mantice, od al rumore prodotto da un cane che lambe. Siffatto movimento, valutabile all' orecchio, proviene incontrastabilmente dalla corrente del sangue, giacchè:

(1) *Senac, Trattato della struttura del cuore, t. II, p.* 150.
(2) *Mekel, Deutsches Archiv, t. II,* 140.
(3) *Trattato dell' ascoltazione mediata, t. III, p.* 14, 18.
(4) *Loc. cit., p.* 29, 46.

a. Rassomiglia al rumore di un liquido scorrente.

b. La sua dupplicità annuncia farsi un versamento in due spazii diversi, mentre che il movimento del cuore si svela mediante un semplice urto contro la parete del torace.

c. Riesce tanto più forte ed esteso, quanto maggiormente sottile è la sostanza del cuore, mentre che l'urto sensibile al tatto è tanto più debole quanta minor grossezza ha il cuore.

d. Si osserva eziandio che esso oltrepassa il punto indicato, e si propaga al di là verso la destra ovvero alla parte inferiore dello sterno, vale dire nel sito in cui la metà destra del cuore è situata, ed ove il battito del cuore non si fa sentire.

Talvolta odesi un sol rumore; ned è cosa rarissima che questo diventi fortissimo, durante l' eccitamento dovuto alle passioni, sicchè lo si possa sentire sopra sè stesso. Sonvi eziandio certi individui, nei quali gli altri lo possono discernere nello stato ordinario. Littre (1), ad esempio, parla di un uomo in cui lo si udiva talvolta alla distanza di dieci passi (*).

II. Nelle vivisezioni, il movimento del cuore diviene visibile; si vede che consiste nella espansione, durante cui il sangue penetra nell' organo, ed in contrazione, durante la quale questo liquido viene espulso.

3.° La contrazione, o *sistole*, si effettua colla rapidità del lampo. Il cuore si rinserra sopra sè stesso, diventa più sodo e più duro, si raccorcia, vale dire la sua base e la sua sommità si ravvicinano nel tempo stesso che la sommità s' incurva alquanto. Aprendo l' organo, scorgonsi le pareti laterali ravvicinarsi alla tramezza, e questa raccorciarsi. Siccome la sistole accade in modo rapidissimo, e che essa vuota il cuore, era facile illudersi, e credere che l' organo si allunghi, ipotesi di cui Haller (2) diede la confutazione. Allorquando l' attività vitale si abbassa, il movimento diviene più lento, in guisa da aversi la facilità di osservarlo; scorgesi allora che le fibre si raccorciano, e che di curve che erano, assumono una direzione più retta; producesi sopra alcuni punti certe rughe, le quali si propagano per ondulazioni, finchè la porzione intiera del cuore siasi contratta. Secondo Senac (3), i movimenti vanno dalla base alla sommità, poi dalla sommità alla base; giusta Trevirano (4), incominciano alle due estremità, e

(1) *Storia dell' Accademia delle scienze*, 1724, *p.* 25.

(*) *Leggi sui rumori del cuore*, Bouillaud, *Trattato clinico delle malattie del cuore*, *Parigi*, 1825, *t. I*, *p.* 103,

(2) *Elem. physiolog.*, *t. I*, *p.* 390.

(3) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 142.

(4) *Biologie*, *t. IV*, *p.* 253.

s' incontrano nel mezzo. In generale, l' armonia delle diverse parti del cuore cessa qualche tempo prima della morte dell' organo, queste parti operano indipendentemente le une dalle altre e senza ritmo regolare, i movimenti si fermano sopra un punto e si manifestano in un altro, diventano più deboli, spariscono, e si riproducono ad un tratto dopo alcuni istanti, finchè da ultimo siansi totalmente estinti.

Nei cuori otricoliformi, il movimento normale ha un carattere ondulatorio, e procede dal di dietro al dinanzi.

4.° Durante la estensione, o la *diastole*, il cuore diviene più molle, più largo e più lungo; la sua sommità e la sua base si disgiungono una dall'altra, le pareti laterali si allontanano dalla tramezza, e le cavità s' ingrandiscono in tutti i versi. Fece vedere Haller (1) essersi ingannati quelli che ammettevano fibre muscolari speciali per operare la diastole; l' ampliazione per ogni verso di una cavità non può essere effettuata mediante fibre muscolari contenute nelle sue pareti, e, sopra qualunque fibra del cuore si faccia agire una causa irritante, mai non iscorgesi sopraggiungere con ciò la diastole. Questa è uno stato di riposo, avuto riguardo alla sistole, e quindi costituisce l'ultimo atto della vita, sicchè dopo la morte il cuore contiene quasi sempre sangue, e lo stato in cui lo si trova allora, rassomiglia maggiormente alla diastole che alla sistole. Ma nella diastole il cuore è più dilatato che dopo la morte; quest'effetto potrebbe provenire dall'afflusso del sangue; però la diastole accade prima che giunga il sangue, e siffatto liquido soltanto la compie, dispiegando, ad esempio, le ineguaglianze dell'orlo dentellato delle orecchiette; succede essa, d'altronde, anche quando non giunge sangue. Neppure la si potrebbe attribuire alla elasticità delle fibre muscolari, giacchè essa risulta tanto potente, come già osservò Pechlin, da fare il cuore violento sforzo contro la mano che lo comprime, e sollevare pesi considerabili; così, ad esempio, Oesterreicher (2) vide il cuore di un giovane cane, il quale pesava appena mezza libbra, sollevare da terra un peso di sei libbre e mezza. A dir vero, siccome tale movimento avvenne in maniera subitanea, crede Osterreicher che dipendesse dalla sistole. Vaust dice altresì aver osservato che il cuore effettua uno sforzo per allontanare la mano che lo rinserra, nel momento stesso che quello in cui esso rinserra il dito immerso nel suo interno, e conclude da ciò che tale sforzo dall'interno all'esterno si connette all'aumento di grossezza durante la sistole, spiegazione adottata egualmente

(1) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 387.
(2) *Loc. cit. p.* 31.

da Weber. È però difficilissimo ben distinguere i due momenti uno dall'altro; ho sempre veduto che la sistole risulta istantanea, e che la diastole vi succede colla rapidità del lampo, che quindi questi due fenomeni si stabiliscono con egual prontezza, e non differiscono uno dall'altro che per la loro durata, non effettuandosi la sistole se non dopo che la diastole durò un istante. Ora, siccome le fibre del cuore formano archi la cui concavità è rivolta verso le cavità dell'organo, o nell'interno, e che, quando esse si raccorciano e si tendono, gli archi devono riescire meno arcuati, la convessità rivolta verso la superficie esterna non può essere più prominente, ed infatti, allorquando il cuore trovasi allo scoperto, si acquista di leggeri la convinzione che diviene più stretto durante la sistole. Laonde, se persistiamo a considerare la diastole quale estensione attiva, e se nel tempo stesso siamo costretti rilegare fra le asserzioni non provate la esistenza dell'atmosfera elastica del sangue, o del pneuma, mediante cui avevasi tentato spiegarla, non ne rimane altro rifugio che vedere, nell' allontanamento delle fibre muscolari che alterna col loro raccorciamento, un passaggio allo stato di riposo, ma altresì un fenomeno di attività vitale.

b. *Ritmo dei movimenti del cuore.*

§. 707. Il movimento del cuore ha un ritmo, il quale dipende dalla maniera con cui l'organo è diviso.

I. Infatti il cuore è ovunque composto di parti collocate le une a lato delle altre, e che muovonsi altresì le une dopo le altre. Nel suo stato men perfetto, quando esso ha la forma otricolare, risulta per solito di un numero più o men considerabile di segmenti omogenei. Ma quando assume la forma vescicolare, che è più perfetta, non presenta esso che due parti, eterogenee a dir vero, di cui una è venosa, vale dire forma corpo colle vene e riceve da esse il sangue, mentre l'altra risulta arteriosa, ossia dà origine alle arterie, e spinge il sangue nel loro interno.

1.° L' *orecchietta (atrium, sinus, auricula)* che occupa la base del cuore, e che puossi riguardare come la dilatazione dei tronchi venosi, forma uno spazio in cui il sangue si accumula, all' oggetto di poter esser spinto con maggior forza nel ventricolo. Dopo che l' orecchietta dilatossi, essa riempiesi di sangue che vi conducono le vene; la sua appendice empiesi per ultimo. Poi tutto il sacco si contrae dalla base alla sommità, vale dire nella direzione del ventricolo. Il reflusso del sangue così compresso è prevenuto, in molti rettili, da valvole situate nella origine di ogni

vena; negli uccelli e nei mammiferi, non vi sono valvole alle vene polmonari, e non se ne trovano che nelle vene cardiache, ed in parte altresì nelle vene cave. Nell' uomo, le sole vene cardiache sono così garantite, e siccome la valvola di Eustachio che copre la vena cava inferiore congiunta al peso della colonna del sangue contenuto nella vena cava superiore, non si oppone al riflusso che in maniera incompiuta, così non avvi che l' afflusso del sangue contenuto nel sistema venoso che impedisca efficacemente a questo liquido di risortire dal cuore per rientrare nelle vene.

2.° Il *ventricolo (ventriculus)*, cui la grossezza delle sue pareti e la forza della sua sostanza muscolosa rendono la parte principale del cuore, è mantenuto aperto, nella sua entrata *(ostium venosum)* da un anello tendinoso; non si rinvengono colà altro che fibre longitudinali dell' orecchietta, le quali, contraendosi, non chiudono già quest' orificio, ma anzi contribuiscono in qualche guisa ad aprirlo. Da questo anello pendono alcune doppiature della membrana vascolare comune, costituenti altrettante valvole, la cui lamina interna è la continuazione diretta della membrana dell'orecchietta, alle fibre longitudinali della quale esso presta attaccatura, mentre che la lamina esterna continua colla membrana del ventricolo, ai muscoli longitudinali interni (colonne carnose) del quale esso somministra inserzione, mediante i loro tendini. Il sangue penetra, come un cuneo, tra le valvole del cuore, e, riempiendone il ventricolo, esso le ricalca contro le pareti di questa cavità, specialmente sul punto occupato dalla sua uscita *(ostium arteriosum)*, sicchè questa trovasi otturata, e durante la sua diastole, non potendo il ventricolo lasciar uscire il sangue, è costretto riempirsene compiutamente. Siffatta occlusione riesce compiuta soltanto nel ventricolo aortico; se mostrasi imperfetta nel ventricolo polmonare, ne rinveniamo la causa meccanica, dapprima nell'ampiezza maggiore di questo ventricolo la cui uscita è molto più lontana dall' entrata, non che dalla punta del cuore, per guisa da non giungere il sangue con tanta prestezza alla uscita, poi nella circostanza che i polmoni essendo situati vicinissimi al cuore, non abbisognano di un' onda cotanto forte, per cui il ventricolo può senza inconveniente lasciar isfuggire alquanto sangue durante la sua diastole.

Contraendosi, il ventricolo spinge il sangue verso la base, dappoichè la punta del cuore si ravvicina a questa ultima; il liquido trovasi adunque spinto verso le due imboccature, vale dire verso l' orecchietta e verso l' arteria. In quanto a ciò che concerne l' entrata, è dessa chiusa dalle valvole, sicchè la sistole del ventricolo non può far rifluire il sangue nella

orecchietta. Il liquido si chiude da sè stesso questa via, dappoichè camminando dalla punta alla base del cuore, si accumula tra le pareti ventricolari e le valvole, fa sforzo sulla faccia esterna di queste, le tende come vele, le ricalca al di dentro, e le costringe a chiudere l' apertura. Ma io credo che siavi inoltre un' attività vitale, la quale contribuisca a siffatto otturamento, punto dottrinale che esaminai ampiamente altrove (1). Infatti, se le valvole del cuore si comportassero in maniera puramente passiva, come ammette Oesterreicher (2) fra gli altri, e che esse non fossero consolidate da fibre tendinose, in alcuni punti del loro orlo libero, se non a fine d' impedire al sangue di cacciarle nell'orecchietta, le colonne carnose cui terminano questi tendini sarebbero assolutamente inutili. Muscoli longitudinali particolari svolgonsi dalle pareti del cuore, s' impiantano alla estremità puntuta del ventricolo, vi si riuniscono in un cerchio rinserratissimo, e di cui l' altra estremità termina mediante filamenti tendinosi, diretti essi stessi, divergenti, verso l' anello tendinoso dell'entrata, andanti a raggiungere la lamina esterna delle valvole, ed allargandovisi in forma di palme. È certo che questi muscoli si contraggono durante la sistole ; ma allora devono, per virtù della loro situazione, tirare le valvole dall'alto al basso e dall' esterno all' interno, ravvicinarle all'asse, allontanarle dalle pareti ; e quest'effetto deve tanto più accadere, in quanto che le colonne carnose sono unite mediante fascicoli muscolari trasversi, i quali, raccorciandosi, le riconducono maggiormente ancora nell' asse del ventricolo. Ora le valvole avendo preso così la forma di un imbuto, rimangono fra i filamenti tendinosi alcuni vuoti mediante cui il sangue giunge alla faccia esterna delle piegature valvolari, sicchè, mediante la pressione che esso esercita allora dall' esterno all' interno, compie l' otturamento che l' attività muscolare vivente aveva incominciato. Puossi, a dir vero, obbiettare contro siffatta teorica, che Haller (3) trovò i filamenti tendinosi rilassati durante la sistole del ventricolo ; ma, ogni volta che apresi il cuore, la sua azione riesce più o meno alterata, e la osservazione riportata da Haller presenta troppe difficoltà, sagrifica eziandio troppo alla illusione, perchè possiamo accoglierla con tutta fiducia, tanto più che essa è isolata. Negli uccelli la valvola intiera del cuor destro consiste in un forte muscolo, sicchè il reflusso del sangue contenuto nel ventricolo polmonare si trova impedito intieramente, e questo liquido può esser lanciato nell' arteria

(1) *Berichte von der anatomischen Anstalt, t. III, p.* 19-45.
(2) *Loc. cit., p.* 21.
(3) *Opera minora, t. I, p.* 224.

polmonare con grande vigore, reso necessario dalla struttura dei polmoni, la qual sembra esigere che alcune disposizioni speciali assistano la circolazione in tali organi. Nei pesci, la valvola del cuore possede in parte la forma di una saccoccia, e la sua conformazione si rassomiglia a quella delle valvole arteriose; ma ogni volta che essa pende nel ventricolo va provveduta di muscoli; questa regola non patisce eccezioni.

3.° Nei cuori otricolari, il movimento si propaga in modo ondulatorio. Nei cuori vescicolari, considerati in generale, segue esso la serie delle parti eterogenee; sicchè, mentre una di esse si vuota per sistole, la seguente si empie per diastole. Tuttavia siffatta alternativa non è già rigorosamente serbata. Le vene alternansi con le orecchiette, si contraggono e si vuotano, quando queste si dilatano; nondimeno le fibre delle vene cave sono unite cotanto intimamente con quelle dell'orecchietta, da potersi comprendere la simultaneità di azione delle due parti (1), sebbene essa non sia dimostrata dall'esperienza. Qualunque cambiamento del ventricolo succede ad un cambiamento simile dell'orecchietta, però in guisa che lo stato di diastole è quello in cui le due parti perseverano più alla lunga. Infatti, nei mammiferi e negli uccelli l' orecchietta ha minor capacità del ventricolo; la differenza non è già cotanto considerabile, a dir vero, quanto sembrarebbe indicarlo il volume, secondo cui sarebbe di 1 : 2, perchè l' orecchietta possede pareti più sottili, e quindi una cavità più spaziosa avuto riguardo al suo volume; tuttavia è dessa spinta tant' oltre ancora per modo che il ventricolo non possa essere riempito per intiero dalla sistole dell'orecchietta, massime se quest'ultima lascia rifluire alquanto sangue nelle vene cave. Possiamo adunque ammettere i seguenti tempi:

a. L' orecchietta entra in diastole, ed incomincia a ricevere il sangue dalle vene, mentre che il ventricolo trovasi nella sistole e si vuota.

b. Dappoi il ventricolo entra nella diastole, ed incomincia ad empirsi del sangue dell' orecchietta, la quale è pure nella diastole.

c. Finalmente l' orecchietta entra nella sistole, la qual cosa fa sì che il ventricolo giunga al punto culminante di sua diastole.

Ma a questo terzo tempo, succede immediatamente il primo, ed i due tempi scorrono con tanta rapidità che, presi insieme, hanno una durata infinitamente più breve di quella del secondo. Per tal guisa la sistole del ventricolo succede sì prontamente a quella dell'orecchietta, che, d'ordinario, non possono distinguersi una dall'altra, e che esse sembrano farne soltanto una, dopo di che accade una pausa durante cui le due porzioni

(1) *Autenrieth, Handbuch der empirischen Physiologie, t. I, p.* 197.

del cuore sono in diastole. In conseguenza, la sistole dell' orecchietta è in certo modo lo *scappamento* del battito propriamente detto del cuore, o della sistole del ventricolo, e sembra non avere altro scopo che di produrre un urto di sangue, il quale determini il ventricolo già quasi riempito a contrarsi. Questi due tempi della sistole non possono essere sensibilmente distinti l' uno dall'altro se non quando la circolazione è lentissima, come poco prima della morte, o durante il sonno invernale, circostanza nella quale furono dessi osservati, tra gli altri da Wedemeyer (1). La durata della sistole intiera (del primo e del terzo tempo) sta a quella della diastole (del secondo tempo) all' incirca nella proporzione di 1 : 3.

4.° La combinazione testè descritta è normale. Quella che si rinviene più di frequente dopo di essa, nelle vivisezioni, consiste nel contrarsi la orecchietta due od anche cinque in dieci volte, sicchè il cuore si cimenta in qualche guisa più volte prima di venire ad una sistole compiuta. Tale fenomeno accade specialmente all' avvicinarsi della morte, quando la irritabilità del ventricolo è molto ottusa, o debolissime l' onda del sangue e la contrazione dell' orecchietta; era desso già stato osservato da Walther (2), Haller (3) ed altri. Wedemeyer lo vide pur talvolta in un riccio immerso nel sonno d' inverno.

5.° Evvi eziandio un' altra combinazione, nella quale le contrazioni dell' orecchietta e del ventricolo alternansi in modo uniforme, o succedonsi dopo pause eguali. Quel *tic-tac*, il quale, secondo Oesterreicher (4) sarebbe ordinario nei pesci, nelle rane e negli embrioni degli uccelli, risulta estremamente raro negli animali a sangue caldo. Dipende dall' indipendenza maggiore posseduta dall' orecchietta e dal sorpassare essa in volume il ventricolo; giacchè trovasi questa proporzione negli animali a sangue freddo e negli embrioni degli animali a sangue caldo (§. 441, 6.°).

6.° Riguardava Nichols il battito simultaneo della orecchietta e del ventricolo come normale; ma era questo un errore, proveniente dalla rapidità dei due battiti. Oesterreicher dice però aver osservato talvolta questo fenomeno in animali a sangue caldo.

(Sotto l' aspetto del ritmo dei battiti del cuore, le mie osservazioni non sono perfettamente d' accordo con quelle di Oesterreicher. Negli animali a sangue caldo, la contrazione delle orecchiette sembra essere, in

(1) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 344.
(2) *Esperimenta in vivis animalibus revisa*, *p.* 13.
(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 56, 152.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 25.

qualche guisa lo scappamento di quella dei ventricoli; ora, guardandovi davvicino, trovo la stessa cosa eziandio nelle rane. Il tempo che scorre dalla contrazione del ventricolo fin a quello dell' orecchietta, riesce più lungo in questi animali e doppio di quello che trovasi compreso fra la contrazione dell'orecchietta e l' altra del ventricolo; nella sua durata avviene la contrazione del bulbo dell' aorta, la quale per conseguenza non è isocrona nè con quella dell' orecchietta nè coll' altra del ventricolo. La contrazione del bulbo dell' aorta estirpato, scorgesi per anco distintissimamente colla lente, mentre che il resto del sistema aortico non ne mostra veruna traccia) (1).

II. Durante tutta la vita, negli animali a sangue freddo, in particolare i pesci ed i batraci, e durante soltanto i primi periodi della vita embrionale, in quelli a sangue caldo, il cuore è una serie semplice di parti, che in queste ultime si risolve, mediante i progressi dello sviluppo, in due orecchiette e due ventricoli (§. 441, 4.° 5.°). Le parti omonime operano simultaneamente, atteso che la tramezza ed anche una porzione dello strato muscolare esterno appartengono loro in comune. Cadde Nichols nell' errore dicendo che le metà destra e sinistra del cuore si muovono alternativamente. Però la metà sinistra riesce più potente dell' altra e determina i movimenti della destra. Siccome il ventricolo, che spinge il sangue nel corpo, supera la orecchietta, che riceve questo liquido, e costituisce la parte maggiormente essenziale del cuore, così pure il principale ufficio appartiene al ventricolo sinistro, perchè esso invia sangue a tutti gli organi senza eccezione. Questo ventricolo invade la maggior parte della tramezza, e quando si taglia il cuore per traverso, esso rappresenta una cavità perfettamente rotonda, alla quale il ventricolo destro si applica in forma di cavità modellata sopra di sè e semilunare. Ha desso una parete laterale più grossa, giacchè la sua grossezza sta a quella del ventricolo destro, come 1 : 1,30 nel bambino, e come 1 : 2,5 nell' uomo (*). Dopo essere stato inciso, rimane aperto, mentre che quello del lato destro si avvizzisce sopra sè stesso. Si raccorcia più energicamente, o spinge il sangue con maggior forza dalla punta verso le due aperture, mentre che il destro si contrae viemmeglio nel verso di sua larghezza. Ma la orecchietta sinistra

(1) *Giunta di G. Muller.*

(*) *Bouillard (Trattato delle malattie del cuore, t. I, p. 55) dice che in generale la grossezza delle pareti del ventricolo destro sta a quella delle pareti del ventricolo sinistro nella proporzione di 2 : 5 od anche di 1 : 3.*

è altresì più forte della destra, e secondo Haller (1), le sue fibre si contraggono molto più rapidamente allorquando l' attività vitale si abbassa.

7. Abbiamo veduto (§. 509, 2.°) che la metà destra del cuore, che era la più stretta nell' embrione, incomincia ad ingrandirsi dopo la prima respirazione, e che poco a poco (§. 560, 4.°) essa diviene più spaziosa della sinistra, sicchè contiene altresì più sangue. Siffatta ineguaglianza era stata riconosciuta da Winslow, Senac, Haller, Soemmerring, Meckel, Legallois, ed altri, e dimostra mediante misure prese per mezzo dei liquidi. Altri l'avevano revocata in dubbio, dicendo che le misure sono incerte, in quanto che la parete più sottile della metà destra cede maggiormente di quella della sinistra alla distensione prodotta dai liquidi. Tentò Legallois (2) di rimuovere queste obbiezioni, impastando la metà sinistra con mercurio innanzi di misurarla, finchè essa divenisse compiutamente molle; le misure prese poscia gli insegnarono che nei gatti, nei cani, nei porcelli d' India e nei conigli, la capacità del cuore sinistro sta a quella del cuor destro da 1 : 1,10 fino ad 1 : 1,20, ma talvolta altresì da 1 : 2; sopra ventitre casi non vi ebbe che una sola eccezione. Parmi altresì indubitato, giusta il resultato delle injezioni, che il venetricolo polmonare sia ordinariamente più spazioso dell' aortico (*). Siccome quest' ultimo riceve il sangue dall'altro mediante la via indiretta dei polmoni, e che tuttavia non gli giunge tanto sangue quanto il destro ne aveva contenuto, si chiede che divenne di tale eccesso di sangue. Non vi sono che tre casi possibili; od il sangue si perdette nei polmoni, o rimase nel cuor destro, o refluì da questo cuore; una quantità corrispondente di sangue non può essere consumata nei polmoni, giacchè la somma di gas espirati non oltrepassa almeno quella dell' aria inspirata, e la esalazione acquosa non ascende al più che ad un decimo di grano durante un battito di cuore, mentre che il ventricolo aortico contiene quasi cento grani di sangue meno che il polmonare; ora tale quantità di sangue non potrebbe sparire in altra maniera nei polmoni. I due altri casi possibili vanno esaminati sotto un aspetto più generale.

(1) *Opera minora, t. I, p.* 225.

(2) *Opere, t. I, p.* 330.

(*) *Giusta le ricerche di Bouillaud (Trattato clinico delle malattie del cuore, t. I, p.* 56) *la* media *della capacità del ventricolo destro supera quella del sinistro; ma la differenza è molto piccola.*

2. Effetti dei movimenti del cuore

a. *Effetti sul sangue.*

§. 708. Presentasi ora il quesito di sapere fin a qual punto la sistole del cuore operi sul sangue.

I. Dobbiamo primieramente ricercare se questa sistole spinga tutto il sangue, oppure se ne rimanga certa quantità, tanto perchè il ventricolo non si contrarrebbe con bastevole forza, quanto pel motivo che gli affossamenti esistenti tra i fascicoli muscolari della superficie interna riterrebbero un po' di liquido. Codesti affossamenti scemano di capacità od anche cancellansi in una sistole vigorosa, di maniera che non rattengono sangue necessariamente ed in tutte le circostanze. Tutto però qui dipende dalla maggior o minor energia della forza muscolare. Ora, siccome questa non è la stessa nè in tutti gli individui, nè in ogni tempo, così non si può stabilire nulla di generale in tale proposito. Osserva Soemmerring (1) che, negli uomini sani, i quali periscono di morte repentina, trovasi il cuore affatto vuoto, mentre che nei cadaveri d' individui deboli, idropici e simili, esso risulta floscio e ripieno di sangue. Fontana pretende che il cuore degli animali a sangue caldo non si vuoti compiutamente, pel motivo che quando, dopo legate le vene polmonari e fatta la sezione dell' aorta, esso irritava il ventricolo sinistro per determinarlo ad eseguire contrazioni ripetute, rimaneva un po' di sangue alla sua punta. Però i fenomeni così osservati in circostanze opposte all'ordine naturale delle cose non devono applicarsi che con grande riserbatezza allo stato di sanità. Secondo Blumenbach (2) il cuore dei rettili si vuota compiutamente e fin alle ultime goccie; ma Spallanzani assicura (3) che rimane un poco di sangue in quello delle salamandre, e che la evacuazione compiuta non accade che in certi individui (4). Giusta tutti questi fatti, la evacuazione compiuta del ventricolo sinistro sembra essere un fenomeno variabilissimo e nondimeno essenziale. In quanto al ventricolo destro, la sua forza muscolare minore e le infossature più numerose della sua superficie interna sembrano predisporlo in ispecial modo a non vuotarsi intieramente, e trovasi quasi sempre

(1) *Gefoesslehre, p.* 55.
(2) *Kleine Schriften, p.* 76.
(3) *Esperienze sopra la circolazione, p.* 136.
(4) *Ivi, p.* 239.

sangue nel suo interno; tuttavia questa ultima particolarità può procedere dal fatto che d' ordinario, la circolazione si ferma prima nelle arterie polmonari, mentre che l' orecchietta destra continua ancora a ricevere sangue; è altresì possibile che la reticolazione più visibile della faccia interna del ventricolo destro abbia per iscopo di mescolare il sangue (§. 746). D'altronde, siccome trovasi qualche volta siffatto ventricolo affatto vuoto, la sua evacuazione incompiuta non può essere adoprata in maniera certa per ispiegare il fenomeno di cui parlossi superiormente (§. 707, 7.°).

II. Se giudichiamo colla scorta dei fenomeni analoghi della periodicità (§. 593), puossi ammettere benissimo un reflusso parziale del sangue.

1.° Il meccanismo delle orecchiette rende questo riflusso talmente possibile, da essere autorizzati a considerarlo come quasi inevitabile. Infatti gli orificii delle vene cave e delle vene polmonari non sono già otturati da valvole, massime nell' uomo (§. 707, 1.°). La contrazione dell' orecchietta deve bensì spingere la maggior parte del sangue nel ventricolo ancor dilatato e non affatto pieno, ma l' ultima ondata di questo liquido, quella che più si avvicina al tronco venoso, non potendo seguire la corrente durante la sistole, la cui rapidità pareggia quella del lampo, deve essa rifluire nella vena, in cui non rinviene altra resistenza che quella della corrente venosa. Il reflusso deve poter operarsi tanto più facilmente quanto maggiormente debole riesce siffatta resistenza, e più considerabile all' opposto quella che rinviene lo scorrimento per le arterie. Qui vediamo chiaramente la differenza esistente tra il cuor destro ed il cuor sinistro; il primo conduce il sangue da un vastissimo spazio (il sistema delle vene cave) in altro rinserrato (arteria polmonare) ove i vasi capillari non tardano ad opporgli grande resistenza, mentre che il liquido refluente trova luogo di leggeri nelle vene cave; il cuor sinistro, all' opposto, fa passare il sangue dallo spazio stretto delle vene polmonari nell'ampio dominio del sistema aortico, i cui larghi tronchi e ramificazioni possono riceverlo prima che esso incontri la resistenza dei capillari. Bisogna inoltre aggiungere una particolarità della struttura del cuore; allorquando l'orecchietta sinistra è molto riempita, per esempio, nella espirazione, la sua parete preme contro la orecchietta destra, alla faccia interna della quale essa produce tra l' orificio del ventricolo polmonare e quello della vena cava superiore, una protuberanza *(tuberculum* di Lower, *insula* di Cotugno) che angustia il passaggio della parte superiore dell'orecchietta nell' imboccatura del ventricolo e favorisce il reflusso del sangue nella vena cava superiore.

Se adunque concludiamo, dalla disposizione meccanica delle parti, che la orecchietta destra specialmente rigetta una porzione del proprio

sangue nei tronchi venosi, siffatta conclusione sembra essere giustificata dalla considerazione che la orecchietta sinistra nella quale lo stesso fenomeno non può accadere tanto facilmente, è alquanto più spaziosa. Lo è però dessa egualmente mediante l' osservazione diretta. Scorgesi, come lo dice fra gli altri Spallanzani (1), una parte del sangue rifluire nelle vene cave. La porzione che così retrograda è poco considerabile, a dir vero, nello stato di sanità, ma quando la resistenza aumenta dal lato arterioso, il sangue rifluisce in tanta copia e violenza, che i tronchi ed eziandio in parte i rami delle vene cave soffrono una pulsazione corrispondente alla sistole della orecchietta. Questo polso venoso passivo (2), che può dipendere, ad esempio, dalla ipertrofia del ventricolo destro complicata di ristringimento (*), si estende fino alla vena jugulare interna, verso la regione inferiore del collo, e fin al principio delle vene succlavie, come lo si vede di frequente nell' uomo; estendesi esso eziandio al tronco della vena cava inferiore ed a taluno dei suoi rami, come puossi talvolta convincersene sull' uomo mediante il tatto, e sopra gli animali durante le vivisezioni. In quest' ultimo caso, un riflusso, il quale si estende fin alle più prossime valvole si scorge di frequente innanzi la morte e quando le contrazioni del cuore si eseguiscono in modo irregolare, ed è spesso portato al grado che la orecchietta spinge a molte riprese il sangue nelle vene cave, innanzi di farlo passare nel ventricolo (§. 707, 4.°).

2.° Nel principio della sistole dei ventricoli, avvi, inoltre, nell' interno del cerchio delle valvole cardiache, del sangue cui il movimento diretto dalla punta verso la base deve rigettare nella orecchietta, ma che può altresì pervenire fin nelle vene. Ora il polso passivo della vena giugulare riesce infinitamente più frequente nel caso di ostacolo al vuotarsi del ventricolo destro, di quello che nell' altro di ostacolo alla evacuazione della orecchietta destra; basta eziandio uno sforzo violente od il sospendimento della respirazione che altera la circolazione nei polmoni, per determinare la vena giugulare a battere (3). Contribuisce inoltre a rendere il reflusso maggiormente possibile nel ventricolo destro il fatto, che, secondo la osservazione di Legallois (4), la entrata di questo ventricolo è più grande di quella del ventricolo aortico, e men esattamente chiusa dalla valvola.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 199.

(2) *Laennec, Dell' ascoltazione mediata, t. III, p.* 184, 185.

(*) *Leggi, sui battiti del cuore in istato anormale, Bouillaud, Trattato clinico delle malattie del cuore, t. I, p.* 139.

(3) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 223.

(4) *Opere, t. I, p.* 336.

Torna quindi verisimile che siffatto riflusso avvenga eziandio nello stato normale, sebbene ad un grado più debole, e che desso compensi la differenza di capacità tra il ventricolo destro ed il ventricolo sinistro.

3.° Il sangue che fluisce dai ventricoli nelle arterie fa sforzo come un cuneo per passare fra le valvole arteriose, e le rispinge nelle arterie, contro le cui pareti le applica. Siccome queste valvole hanno il loro margine libero fornito di una listerella cartilaginosa, ritornano sopra sè stesse, in virtù della loro elasticità, dacchè cessi la pressione del sangue che esce dal cuore ; se adunque il sangue contenuto nell' arteria rifluisce verso il cuore, trova l'orificio otturato, e contribuisce eziandio a chiuderlo viemmeglio, pel motivo che s' introduce nelle valvole e le tende maggiormente. Quindi, nello stato normale, non è possibile che il sangue rifluisca dalle arterie nei ventricoli ; le valvole stabiliscono un limite insuperabile fra il cuore e questi vasi, mentre che il sangue forma una corrente continua dalle vene fin ai ventricoli. Per dir vero, pretende Fontana che la distensione delle valvole arteriose sia l' effetto soltanto del sangue che rifluisce, e che siffatte doppiature dispiegandosi ricalchino certa quantità di liquido verso il cuore, pel motivo che tagliano in due la colonna impegnata nell' orificio ; ma se i ventricoli si sono compiutamente vuotati mediante la loro sistole, il sangue fu incontrastabilmente spinto al di là delle valvole arteriose, e queste chiudonsi da sè stesse, giacchè rinvengonsi chiuse dopo la morte quando il cuore è totalmente vuoto, e lo sono altresì quando injettaronsi le arterie pei ventricoli (1).

III. La quantità di sangue che esce dal cuore ad ogni sistole non può essere valutata mediante la osservazione diretta che nelle vivisezioni, fuori delle quali non avvi altro mezzo di giudicarne se non colla scorta della capacità dei ventricoli. Siccome però questa capacità non è perfettamente la stessa in tutti gli individui, siccome la energia della sistole ed il grado a cui vuotasi il cuore variano molto, siccome altresì la quantità del sangue che rifluisce nella orecchietta e nelle vene risulta più o men considerabile in ragione della maggior o minor libertà della circolazione, così non si può giungere che ad una valutazione approssimativa. Secondo Hales, il cuore del cavallo spinge sei oncie di sangue nell' aorta. Nell'uomo, il ventricolo aortico riceve, termine medio, al di là di un' oncia e mezzo di sangue, e siccome rifluisce meno, si può ammettere che slanci un'oncia e mezza di questo liquido nell' aorta. La capacità del ventricolo destro oltrepassa due oncie, e se rifluisce più di mezz' oncia di sangue nella

(1) *Burdach, Berichte von der anatomischen Anstalt, t. III, p.* 26.

orecchietta, il ventricolo invia un' oncia e mezza di liquido nell' arteria polmonare, sicchè evvi sotto tale aspetto eguaglianza fra le due metà del cuore.

b. *Effetti dei movimenti del cuore sopra le sue pareti.*

§. 709. Ne rimane tuttavia da spiegare due fenomeni, di cui torna tanto facile comprovare la esistenza mediante la osservazione quanto difficile valutare i rapporti di causalità; e sono l' urto del cuore contro le pareti del petto (§. 706, 1.°) ed il doppio rumore che odesi durante i movimenti di quest' organo (§. 706, 2.°).

I. Fin ai nostri giorni, l' urto del cuore contro il petto fu attribuito alla sistole dei ventricoli, e diversamente spiegato (1.°-4.°).

1.° La ipotesi maggiormente semplice consisteva nell' ammettere che i ventricoli si allungano per venire ad urtare la parete toracica, la quale è distante di circa un pollice. È però provato (§. 706, 3.°) che i ventricoli si raccorciano, che in conseguenza essi si allontanano dalla parete toracica.

2.° Senac (1), Hunter ed altri pensavano che riempiendosi subitaneamente, l'arco dell'aorta tende a raddrizzarsi per virtù della resistenza incontrata dal sangue, e che, non potendo esso recarsi per di dietro, si diriga al dinanzi e vi spinga il cuore. Ma dapprima, e questa considerazione fu già fatta da Carson (2), è inesatto il dire che un tubo curvo e flessibile si raddrizzi allorquando injettasi un liquido nel suo interno. In secondo luogo, è provato (§. 710, 1.°) che, durante la sistole del cuore, l' aorta non si trova già spinta verso quest' organo, ma che essa se ne allontana e si reca al dinanzi nel verso della corrente. Finalmente, l' aorta di molti animali non ha arco, e tuttavia si sentono in essi distintamente i battiti del cuore.

3.° Haller (3), che aveva veduto la punta del cuore piegarsi alquanto durante il raccorciamento dell' organo nella diastole, ammetteva (4) che essa vada a battere le costole ravvicinandosi alla base ed incurvandosi, opinione adottata quindi dal maggior numero dei fisiologhi e fra gli altri da Soemmerring (5) e Trevirano (6). Ma io non ho mai veduta questa

(1) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 49.
(2) *An inquiry into the causes of the motion of the blood*, *p.* 186.
(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 56.
(4) *Ivi*, *p.* 226.
(5) *Gefaesslehre*, *p.* 56.
(6) *Biologie*, *t. IV*, *p.* 253.

inflessione della punta del cuore spinta tant' oltre da poterlesi attribuire tale effetto. D' altronde la ipotesi di Haller supporrebbe, tra la situazione del cuore e le costole, un rapporto il quale non esiste, giacchè l' incontro di quest' ultimo colla punta incurvata dell' organo sarebbe assolutamente impossibile nel maggior numero dei mammiferi, che hanno il cuore perpendicolare, la base rivolta verso la colonna vertebrale e la punta verso lo sterno.

4.° Senac (1) e Carson (2) ammisero finalmente che la punta del cuore si riporti bensì all' indietro e si allontani per tal guisa dalla parete toracica durante la sistole dei ventricoli, ma che riempiendosi le orecchiette, in particolare la sinistra che tocca la colonna vertebrale, la riconducono al dinanzi e la spingono verso le costole. Però la replezione delle orecchiette non è talmente subitanea che ne dovesse seguire battere il cuore contro il petto, e cessare questo battito ad un tratto, il cuore si ritira evidentemente all' indietro, mentre che la replezione cui pretendesi essere così la causa di sua projezione, non solo persiste, ma eziandio aumenta. Nondimeno questa ipotesi, per sè stessa insostenibile, condusse ad un' opinione già suggeritaci d'altronde dalla insufficienza di tutte quelle nelle quali si attribuisce il battito del cuore alla sistole dei ventricoli.

5.° Quest' altra opinione venne pubblicata già poco da Corrigan e Stockes, i quali pensano che, durante la sistole delle orecchiette, i ventricoli, ingorgati di sangue e spinti al massimo grado della diastole, si allungano, si recano al dinanzi e vengono ad urtare le costole, dalle quali si allontanano mediante la loro sistole subitanea. Volendo osservare immediantemente l' urto del cuore contro le pareti del petto, praticai molte vivisezioni, specialmente sopra conigli e cavalli; ma i movimenti disordinati che avvengono in tal sorta di esperienze e che producono tanto rapidamente il riposo della morte, sicchè richiedono la massima precipitazione dalla parte dell' osservatore, non mi permisero raggiungere compiutamente lo scopo, e la respirazione arteficiale mantenuta nei conigli dopo cessata la vita, determinava battiti di cuore troppo deboli perchè l'organo potesse pervenire fin alla parete toracica. Mi sono però convinto che la punta si porta realmente al davanti durante la sistole delle orecchiette, e che si ritira all' indietro durante quella dei ventricoli. Osservò altresì Stokes nei conigli, posando il dito sulla punta del cuore, che essa portavasi

(1) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 50.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 187.

indietro ad ogni sistole dei ventricoli ed al dinanzi a ciascuna loro diastole; in una capra siffatto movimento aveva due in tre linee di estensione (1).

Un altro motivo di ammettere questa opinione proviene dal non effettuarsi il battito delle arterie nello stesso momento come quello del cuore, ma un istante dopo. Non è facilissimo pervenire alla certezza sotto quest'aspetto, giacchè, da una parte, la sistole del ventricolo segue tanto davvicino quella dell' orecchietta, da non potersi sempre distinguerla, neppure sul cuore posto allo scoperto (§. 707, 3.°), come altresì la retrotrazione del cuore si effettua cotanto prontamente, dopo l' urto contro il petto, che l' intiero movimento sembra essere soltanto una semplice convulsione; d' altro lato, uopo è certo sforzo per ben osservare due oggetti ad un tempo collo stesso senso, dappoichè ordinariamente l' attenzione si fissa di preferenza sopra uno di essi. Si possono praticare osservazioni sopra sè stesso, posando la mano destra sulla regione del cuore, e la sinistra sopra la carotide o sopra l' arteria radiale della mano destra, e questo modo ha il vantaggio di permettere che si scelga un momento in cui i battiti del cuore sono meno frequenti, e di osservare alla lunga con tutta la calma necessaria. La esperienza sembra essere ancora più facile sopra i cavalli, dacchè i battiti del cuore sono meno frequenti negli animali; si osservano applicando la mano sopra la regione cardiaca, mentre un altro esamina un' arteria, per esempio, la mascellare, ed indica con precisione ogni pulsazione mediante un suono od un movimento visibile. Ho praticato entrambi questi metodi, e, del pari che a Corrigan e Stokes, mi fecero riconoscere, talvolta ma non sempre, la successione dei due battiti. È poi importante l' essere stata già questa ultima comprovata da osservatori la cui imparzialità non era oscurata da veruna vista teoretica, in particole da Soemmerring (2), il quale dice essere l' intervallo di due terzi, e da Steinbuch (3). Magendie (4), il quale aveva praticata la stessa osservazione, attribuiva la pulsazione più tardiva delle arterie al richiedere la impulsione del cuore certo tratto di tempo per propagarsi; ma l' intervallo dovrebbe allora essere soltanto sensibile nelle arterie più lontane dal cuore, e non in quelle che se ne avvicinano (§. 701, 2.°). D'altronde, riscontrò Pigeaux

(1) *Froriep, Notizen, t. XXIX, p.* 150.
(2) *Gefoesslehre, p.* 100.
(3) *Hufeland, Journal der praktischen Heilkunde, t. XLI, p.* 50.
(4) *Giornale di fisiologia, t. I, p.* 104.

che il polso delle arterie alternasi in generale con l' urto del cuore contro le pareti del petto (1).

Finalmente Stockes (2) riconobbe che la pulsazione della vena jugulare, proveniente dalla sistole dell' orecchietta destra (§. 708, 1.°) è perfettamente isocrona col battito del cuore.

Dobbiamo ammettere come provato che il battito del cuore dipende dalla diastole dei ventricoli, come il polso proviene da quella delle arterie.

II. Furono manifestate diverse opinioni riguardo al rumore cui discernesi applicando l' orecchio sulla regione del cuore. Attribuiva Laennec (3) alla sistole dei ventricoli il rumor muto che è più forte e più prolungato, ed a quella delle orecchiette il rumore distinto che è più debole e di più breve durata. Turner è d' accordo con esso riguardo al primo, ma crede che la sistole delle orecchiette non si oda già, od almeno che essa si faccia sentire simultaneamente con quella dei ventricoli, e che il secondo rumore provenga o dall' avvizzimento del pericardio sollevato, o fors' anche dalla diastole (4). Williams riguarda il primo rumore come l' effetto della sistole simultanea dei ventricoli e delle orecchiette, e fa dipendere il secondo dalle valvole (5). Despine (6) attribuisce il primo alla sistole dei ventricoli, ed il secondo alla loro diastole. Finalmente secondo Corrigan, il primo si riferisce alla sistole delle orecchiette, e l'altro a quella dei ventricoli (7). Tale opinione, seguita eziandio da Stockes e Pigeaux (8), è la sola fondata ; ma non fu presentata in modo chiaro perfettamente, locchè c' ingegneremo ora di fare.

6.° Siccome il rumore di cui si tratta segue esattamente il tipo dell'attività muscolare del cuore, così deve dipendere da questa, non però in maniera immediata, vale dire, che non può procedere dal colpire la parete contro il sangue durante la sistole, giacchè la sistole non avviene, in ogni parte, che quando essa è intieramente piena di sangue, ossia quando non rimane più vuoto, che solo rendeva possibile la produzione di un suono. Il rumore non può riferirsi alla sistole se non in quanto questa spinge il

(1) *Archivii generali, t. XXII, p.* 423.
(2) *Loc. cit., p.* 152.
(3) *Trattato dell' ascoltazione mediata, t. III, p.* 29.
(4) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1829, *t. I, p.* 360.
(5) *Archivii generali, t. XXVI, p.* 427.
(6) *Ivi*, 1836, *t. I, p.* 58.
(7) *Medico-chirurgical review, t. XXV, p.* 131.
(8) *Bollettino delle Sc. mediche, t. XXV, p.* 272.

sangue in altro spazio, in parte vuoto, cioè contenente aria, ove confrica contro le pareti. Se tale spiegazione si presenta già da sè stessa al nostro spirito, come reale espressione delle cose, trova essa altresì la sua conferma nella esperienza ; giacchè allorquando l' aria injettata per una vena, si accumuli nel cuore, il rumore acquista una intensità straordinaria e diviene capace di essere udito dagli assistenti. Nysten (1) lo paragonava, in tal caso, a quello che producesi sbattendo l' albume d' uovo coll' acqua ; riconobbe egli l' isocronismo di questo rumore col battito del cuore, e comprovò che spariva dopo un minuto allorquando l'aria era stata assorbita dal sangue. Ogni volta che Rosa e Scarpa, dopo aver fatto fluire il sangue contenuto nel sistema vascolare degli animali, rianimavano le contrazioni del cuore mediante la infusione di sangue estraneo, udivano altresì un forte gorgoglio, senza aver bisogno di applicare l' orecchio al petto (2), locchè proveniva dall' aver fatto l' emorragia accumulare nel cuore una grande quantità di aria, colla quale venisse ad incontrarsi il sangue infuso.

Il sangue però cagiona eziandio rumore nei vasi allorquando vi si trova certa quantità di aria. Per tal guisa Hertwich udiva una specie di sibilo quando penetrava aria in una vena aperta (3). In certo caso di aneurisma varicoso al braccio, in cui potevasi facilmente, mediante la compressione, vuotare di sangue ora l'arteria ed ora la vena, Schottin discerneva, ogni volta che il sangue riprendeva il proprio corso, certo rumore, il quale, assicura egli, era più basso, più cupo e più forte nelle arterie, più acuto e più chiaro nelle vene (4). Kennedy dimostrò già poco, mediante osservazioni moltiplicate, che il rumore cui odesi nell'addomine di donna gravida, il quale si accorda coi battiti del suo cuore, e che differisce dal rumore prodotto dal cuore dell' embrione (§. 491, 3.°), ha realmente la sua sede nella placenta, come l'aveva già detto Kergaradec ; ora, siccome non lo si ode in verun altro vaso, e non lo si osservò che durante la gravidanza, nel sito in cui si applica la placenta fetale, così potrebbesi benissimo presumere giusta tutto questo che tale organo respiratorio dell' embrione ammetta nella sua sostanza dell' aria, la quale sarebbesi sviluppata entro i vasi della matrice e della placenta uterina (§. 476, 12.°).

7.° Se il rumore che accade nel cuore dipende dallo scolo del sangue

(1) *Ricerche di fisiologia*, *p.* 16.
(2) *Scheel*, *Die Transfusion des Blutes*, *t. II*, *p.* 136, 145.
(3) *Dieffenbach*, *Die Transfusion des Blutes*, *p.* 41.
(4) *Isis*, 1823, *p.* 526.

in uno spazio contenente aria, esso deve risiedere nei ventricoli e nelle origini dei tronchi arteriosi, giacchè queste parti del sistema vascolare sono le uniche che siano alternativamente vuote e piene, vale dire piene di aria e di sangue (§. 715, 1.°). In conseguenza, dobbiamo ammettere che il primo rumore è cagionato, simultaneamente con la sistole delle orecchiette, dallo scolo del sangue nei ventricoli, stante che il liquido trova in queste cavità dell' aria, cui scaccia, prima dell' occlusione degli orificii auricolo-ventricolari mediante le valvole triglochine e tricuspide, nell' incominciamento dei tronchi arteriosi, vuotato esso stesso per effetto della progressione del liquido; e che il secondo rumore proviene dal sangue lanciato mediante la sistole dei ventricoli nelle arterie, e che, incontrando aria in queste, lo fa rifluire verso i ventricoli, la cui diastole subito ricomincia. Siffatta teorica è raffermata dai fatti seguenti (8.° 9.° 10.°).

8.° Il ritmo di tali rumori corrisponde perfettamente a quello della sistole delle parti non omonime del cuore (§. 707, 3.°). Al primo, che coincide collo scappamento delle orecchiette, succede il secondo, che cammina parallelamente al battito dei ventricoli, poi viene una pausa. La spiegazione di Laennec ha dunque contro di sè i fatti meglio comprovati, e perciò Turner e Williams ammettono che odasi la sistole delle orecchiette insieme con quella dei ventricoli.

9.° Il primo rumore odesi nel momento stesso in cui la orecchietta riceve una scossa cagionata dall' urto del cuore contro le costole, e siccome questo urto non proviene che dalla sistole delle orecchiette (5.°), bisogna che il primo rumore sia egualmente determinato da essa.

10.° Quando applicava il mio orecchio sul petto di un cavallo, mentre un altro osservava il polso della carotide al disopra dello sterno o quello dell' arteria mascellare alla faccia interna della ganascia, e me lo faceva conoscere mediante un suono esatto, trovava che il secondo rumore era isocrono col polso arterioso, o piuttosto, come faceva osservare Corrigan, che accadeva immediatamente dopo di esso. Se quest' ultimo caso era la regola, l' aria ricalcata dai tronchi arteriosi nei ventricoli vuotati sarebbe la causa del secondo rumore mediante il suo incontro col sangue affluente delle orecchiette. Osservò Stockes, sopra conigli, ai quali aveva aperto una metà della cavità petorale, che la sistole delle orecchiette coincideva col primo rumore, e quella dei ventricoli col secondo.

A. *Vasi.*

§. 710. Conformemente alle contrazioni del cuore, il sangue fluisce a saltelli nelle arterie, e siccome i vasi in generale non fanno durante la vita che un tutto con esso, così ne risulta da ciò che le arterie sono egualmente poste in movimento a saltelli.

I. ARTERIE.

Il battito delle arterie porta il nome di *polso.*

I. Sentesi il polso applicando il dito sopra una parte del corpo ove un' arteria di certo volume sia compresa tra la pelle e qualche organo resistente, ad esempio, un osso. Per tal guisa sentesi battere un' arteria radiale nel sito dove il radio è vicino all' articolazione del nodello, la cubitale al gombito, la carotide al collo, la temporale alla tempia, la mascellare esterna all'orlo inferiore della mascella, la poplitea nello scavo del garretto, la tibiale anteriore tra il grosso ed il piccolo diti dei piedi e simili. Per toccare il polso, bisogna appoggiare il dito sopra una di queste parti; quindi Artaud credeva che il polso dipenda dallo sforzo del sangue contro l' ostacolo cagionato dalla pressione del dito; ma scorgo evidentemente battere la mia arteria radiale, e non ne sento il battito allorquando poso lievemente il dito sopra. Aveva già osservato Parry che, eziandio sulle arterie poste a nudo, un lieve toccamento non procura la sensazione del polso, sebbene Jaeger (1) pretenda l' opposto. Nelle forti emozioni, nelle congestioni e nelle infiammazioni, si è talvolta informati dal sentimento interno del battito delle proprie arterie.

II. Il polso si vede talvolta all'esterno sopra certi punti, per esempio, nell'arteria radiale, anche in istato perfetto di sanità e di calma, od alle carotidi, nelle febbri e nelle congestioni verso la testa. Ma allora comparisce soltanto qual tremito ritmico, atteso che esso appare soltanto attraverso la pelle, e non se ne valuta già il vero carattere. Quando, all'opposto, un' arteria trovasi a nudo per considerabile estensione, si scorgono i seguenti fenomeni.

1.° Il punto del vaso sul quale si fissa la propria attenzione, si allontana dal cuore, durante la sistole di quest'organo, vale dire, trovasi spinto anteriormente, mentrechè nella diastole se ne avvicina o ritorna indietro.

(1) *Tractatus de arteriarum pulsu, p.* 46.

Siffatto movimento aveva circa una linea di estensione sulla carotide di un cavallo osservata da Parry (1), e tre linee in altra esperienza di Bell (2). Non può dipendere immediatamente dal movimento del cuore, giacchè questo ritorna sopra sè stesso durante la sistole, e si distende durante la diastole ; consiste ad evidenza nell' allungamento delle arterie, durante il primo di questi due tempi, e nel loro raccorciamento durante il secondo. Allorquando un' arteria è talmente fissata in due punti che questi ultimi non si possono rimuovere, la porzione compresa tra essi non ha la facoltà di allungarsi che lateralmente, o mediante inflessioni, ed essa abbandona allora la sua posizione, locchè contribuisce specialmente a rendere il polso capace d' impressionare la vista. Per tal guisa un' arteria dritta diviene tortuosa, ed un' altra naturalmente tortuosa s' inflette ancora maggiormente. Weitbrecht e Lumure hanno per primi comprovate queste flessioni ; ma si andò troppo oltre pingendole in generale quale rimovimento di arterie, dappoichè la estensione, nel verso longitudinale, vi contribuisce pure, anzi per la parte maggiormente essenziale ; si si dilungò eziandio dal vero attribuendo ad esse sole tutto intiero il fenomeno del polso.

2.° In addietro consideravasi il polso come risultante dalla dilatazione dell' arteria, seguita dalla contrazione di questo stesso vaso. Coll'esempio di Weitbrecht e di Lamure, Haller (3), Doellinger (4), Parry (5), Rudolfi (6) e Jaeger (7) obbiettarono contro questa teorica che il diametro trasversale dell' arteria non soffre verun cambiamento intanto che essa batte. La verità trovasi fra i due estremi ; il diametro trasversale del vaso cambia, ma così poco da non potersi far dipendere i fenomeni del polso da questa sola causa. Avendo Spallanzani (8) circondata l' aorta di una salamandra con un anello, all'oggetto di valutarne meglio il diametro, riconobbe che, durante la sistole del cuore, questo diametro aumentava di un terzo in vicinanza di tale organo, e soltanto di un vigesimo nel resto del suo tragitto. Comprovò egli altresì la stessa dilatazione sull' arteria

(1) *Experimentaluntersuchungen ueber die Naturursachen des arteriaesen Pulses*, *p.* 111.

(2) *An essay on the forces by which circulate the blood*, *p.* 30.

(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 88.

(4) *Meckel*, *Deutsches Archiv*, *t. II*, *p.* 356. — *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, *t. VII*, *p.* 220.

(5) *Loc. cit.*, *p.* 91.

(6) *Grundriss der Physiologie*, *t. II*, *p.* 295.

(7) *Loc. cit.*, *p.* 46.

(8) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 146.

polmonare (1), e sopra i grossi rami dell'aorta (2), per esempio, l'arteria mesenterica superiore (3), ma non sopra le piccole ramificazioni (4); però ammetteva egli che qualunque volta un' arteria rimuovesi, essa si dilati e si contragga alternativamente (5). Magendie (6) raffermò questo resultato, stabilindo (7) che la dilatazione e la costrizione si vedono principalmente nell' aorta, che sono egualmente evidenti nella carotide, sopra i grossi animali, ad esempio, ma che non se ne scorge traccia veruna sopra piccoli rami. Hastings, avendo collocato un'allacciatura attorno l'aorta di un gatto, riscontrò in venti casi, stabilirsi un vuoto fra essa e l'arteria durante la diastole del cuore; ma talvolta eziandio questo fenomeno non avvenne (8). Riconobbe Poiseuille egual cambiamento circondando la carotide di un cavallo di un tubo metallico di cui incollava esattamente gli orli, fin ad un punto in cui un tubo di vetro ripieno di acqua e perpendicolare era stato introdotto tra essi; ad ogni pulsazione, l'acqua ascendeva nel tubo di vetro, ricalcata dall' arteria, il cui calibro aumentava di circa un undicesimo, e dopo la pulsazione, essa abbassavasi d'altrettanto (9). Oesterreicher (10), Segalas (11), Wedemeyer (12) ed altri, acquistarono egualmente la stessa convinzione. Secondo Wedemeyer (13) la dilatazione dell'arteria brachiale ascendeva a circa un quinto di linea. Schultz dice aver osservato nell'embrione del pulcino, che la maggior ampliazione accade ai tronchi e l'allungamento più considerabile ai rami maggiormente delicati (14). Gli osservatori che sostennero non comportare il diametro trasversale verun mutamento, avevano sotto gli occhi ramificazioni, o non prendevano esattamente le proprie misure.

3.° I due movimenti (1.° e 2.°) sono puramente meccanici, e provengono dal ricevere le arterie, durante la sistole del cuore, maggior

(1) *Ivi*, *p.* 389.
(2) *Ivi*, *p.* 263.
(3) *Ivi*, *p.* 159.
(4) *Ivi*, *p.* 383.
(5) *Ivi*, *p.* 395.
(6) *Saggio elementare*, *t. II*, *p.* 314.
(7) *Giornale di fisiologia*, *t. I*, *p.* 113.
(8) *Meckel*, *Deutsches Archiv*, *t. VI*, 224.
(9) *Gornale di Magendie*, *t. IX*, *p.* 48.
(10) *Versuch einer Darstellung der Lehre vom Kreislaufe*, *p.* 48.
(11) *Giornale di compimento*, *t. XXXVI*, *p.* 73.
(12) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, *p.* 55.
(13) *Loc. cit.*, *p.* 43.
(14) *Meckel*, *Archiv fuer Anatomie*, 1826, *p.* 598.

sangue di quanto ne possono contenere, sicchè esse cedono per virtù della loro estendibilità, mentre che, durante la diastole del cuore, la elasticità di cui sono dotate le fa ritornare al loro diametro normale. Non è possibile che al momento in cui il cuore si vuota nel loro interno, esse facciano passare nelle vene una quantità di sangue eguale a quella che ricevettero (§. 731, 4.°). Questo liquido deve, giusta le leggi della idrostatica, fare egualmente sforzo contro di esse in tutte le direzioni, e tendere, per conseguenza, a dilatarle in ogni verso. Ora lo strato mediano si compone di fibre elastiche, anellari ed alquanto obblique; puossi paragonarlo ad un tubo prodotto da filo di ferro ruotolato in ispirale. Da ciò risulta che l' arteria è molto estendibile in larghezza, ma che essa cede più facilmente e maggiormente in lunghezza, e che per conseguenza il sangue deve ingrandire un poco il suo diametro trasversale, ma in ispecialità accrescere il suo diametro longitudinale. Le injezioni sopra i cadaveri, quando siano spinte il più possibile, producono gli stessi effetti; le arterie si allungano, s'incurvano vieppiù e si dilatano alquanto. Durante la vita, questo fenomeno va soggetto a molte variazioni; la capacità dell' arteria cresce tanto più con quanta maggior forza batte il cuore, quanto più copiosa ed animata di maggior celerità è l' ondata del sangue, quanto più difficoltà presenta il passaggio del liquido nelle vene, finalmente quanto più considerabili sono la estendibilità e la elasticità dell' arteria.

III. È adunque pur concepibile che si rinvengono alcune circostanze, nelle quali l' arteria non soffra nè allungamento ned ampliazione pel fatto della sistole del cuore, e la esperienza dimostrò che in simil caso tuttavia, non solo il sangue esce dal vaso aperto mediante un getto a tratti e saltellante, ma inoltre il polso si fa sentire al dito che vi si pone sopra. Avvenne talvolta a Parry di non riscontrare verun rimovimento, niuna ampliazione, neppure col soccorso della lente, sulla carotide dei montoni, sull' aorta dei conigli o sui rami aortici del cavallo, sebbene il polso si facesse sentire distintamente, e nulla di più facile quanto il convincersi da sè stesso, sopra quasi tutte le arterie, della esattezza delle sue osservazioni. L'essenziale del polso consiste adunque, come fecero vedere Doellinger (1), Merk (2) e Joeger (3), in uno scuotimento della colonna sanguigna, che si propaga alla parete tesa dell' arteria, e si estende eziandio giusta la osservazione di Parry (4), ad una porzione dell' arteria compresa tra due

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. II, p.* 346.
(2) *Inauguralabhandlung ueber die thierische Bewegung, p.* 102.
(3) *Tractatus de arteriarum pulsu, p.* 46.
(4) *Loc. cit., p.* 18.

legature e vuoto di sangue; non sentesi bene siffatto scuotimento se non quando appoggiasi il dito con forza, perciò che la tensione così risultante permette allora che esso si trasmetta fin a quello.

IV. Ad ogni spinta del cuore, aumenta nelle arterie la celerità della corrente, sicchè il getto uscente da una ferita descrive un arco maggiore durante la sistole dell' organo centrale, e fluisce con più calma durante la diastole. Questo fenomeno proviene dall' urto che deve manifestarsi sopra tutti i punti, giacchè la intiera colonna del sangue, spinta da esso con maggior celerità, si rallenta dacchè esso è passato, ma senza tuttavia cessare di camminare al dinanzi, sicchè non si produce vuoto. D'altronde la propagazione dell' urto nel sangue è sempre infinitamente più rapido che il corso di questo stesso liquido.

§. 711. 1.° Ordinariamente trovasi che tutte le arterie battono insieme. Haller (1) e Spallanzani (2) stabilirono questa simultaneità qual regola generale, colla scorta delle proprie esperienze. Kerr (3) ne concluse che il polso non può provenire da un liquido camminante con una corrente continua, nè, per conseguenza, essere dovuto al sangue spinto dal cuore. Da tutto questo però segue soltanto, che il polso non si connette già alla progressione del sangue, e che costituisce l' effetto della propagazione dell' urto alla massa intiera di questo liquido che riempie il sistema arterioso sotto la forma di una colonna non interrotta; ora lo scuotimento comunicato ad un liquido si trasmette con una velocità diversa secondo la natura delle pareti. La propagazione è istantanea, allorquando un canale rigido è riempito di un liquido che non possa scappare lateralmente; così per quanto lungo sia un tubo metallico, ne esce acqua all' istante stesso in cui una pressione opera sopra l'altra estremità della colonna del liquido. Ma se quest' ultimo trovasi in una gronda, vale dire sopra una superficie non circondata da una parete solida, siccome esercita costantemente una pressione uniforme da tutti i lati, ogni urto che riceve lo spinge verso il lato libero, vale dire verso la parte superiore, e lo costringe ad elevarsi; poi quando la sua gravità lo fa ricadere, urta i punti vicini alla sua massa per guisa che questi s' innalzano alla loro volta al disopra del livello, e così di seguito; in una parola lo scuotimento si propaga poco a poco e per ondulazione. Ma un canale a pareti estendibili e contrattili tiene il mezzo fra un condotto rigido ed una gronda; se la colonna del

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 185.
(2) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 246.
(3) *Observations on the harveian doctrine*, *p.* 60, 144.

liquido che rinchiude riceve una impulsione ad una delle sue estremità, i punti maggiormente vicini alla parete si distendono per ogni verso, vale dire il canale si dilata, e quando il punto così dilatato si contrae, quello che segue patisce una dilatazione analoga, e così di seguito finchè lo scuotimento abbia raggiunta la estremità opposta della colonna. Ora l' arteria è precisamente un canale estendibile ed elastico ; dunque l' urto che il cuore imprime alla colonna del sangue cui essa contiene, deve propagarsi in pari guisa ed in tempi valutabili. Quindi molti osservatori riconobbero esservi realmente certa differenza di tempo tra le pulsazioni delle diverse arterie. Comprovò Weitbrecht che la sua arteria radiale batteva dopo la carotide. Wedemeyer dice sentirsi il polso un istante più tardi nelle membra che nella vicinanza del cuore. Si convinse Arnott esservi successione dei battiti al labbro, al nodello, od al collo del piede (1). Giusta le osservazioni di Weber (2), l'arteria ascellare batte ad un tempo della mascellare esterna, ma un sesto od un settimo di secondo più presto della metatarsica, e questa alquanto dopo la radiale, la quale è già più di essa prossima al cuore. Osservò Stockes esservi sincronismo perfetto di polso nelle parti collocate ad eguale distanza dal cuore, per esempio, nell'arteria radiale, nel nodello e nella crurale, alla parte superiore della coscia ; ma che il polso batteva più tardi nelle parti lontane dal cuore che in quelle le quali ne sono vicine, più tardi, ad esempio, nell'arteria tibiale che nella radiale (3). La stessa osservazione fu praticata da Despine (4). Vide Koch nella membrana interdigitale delle giovani rane, il movimento a saltelli del sangue accadere alcun tempo dopo la contrazione del cuore (5).

La differenza però non può essere che leggerissima, atteso che la dilatazione dell'arteria riducesi quasi a nulla, ed il suo allungamento riesce molto più sensibile. Infatti, non lo si scorge sopra un'arteria denudata, e lo stesso Arnott dice (6) che la dilatazione prodotta nel vaso dal sangue che affluisce nel cuore si propaga quasi colla rapidità di una scossa elettrica. Siccome non è facilissimo riconoscere piccolissimi intervalli di tempo mediante il senso del tatto, si corre grave rischio di commettere qui alcuni errori. Paragonai, sopra cavalli, la pulsazione della carotide immediatamente sopra

(1) *Elemente der Physik*, *t. I*, 494.
(2) *Adnotationes anatomicae*, *p.* 2.
(3) *Froriep*, *Notizen*, *t. XXIX*, *p.* 151.
(4) *Archivii generali*, *t. XXVI*, *p.* 427.
(5) *Meckel*, *Archiv fuer Anatomie*, 1827, *p.* 442
(6) *Loc. cit.*, *p.* 488.

la cassa toracica, con quella dell' arteria caudale, esplorai una delle arterie, mentre un assistente indicavami ad alta voce i battiti dell' altra, ma non ho potuto riscontrare verun intervallo. Eppure i cavalli convengono perfettamente per questa sorta di esperienze a motivo del volume del loro corpo e della poca frequenza delle loro pulsazioni. La differenza diviene incontrastabilmente più facile a valutarsi allorquando da un lato la parete dell' arteria è più estendibile, e dall' altro il vaso non rigurgita già di sangue, o quando la sistole del cuore ha men forza. Per tal guisa solo sopra animali molto indeboliti fu possibile ad Haller (1) convincersi che le arterie lontane dal cuore battono più tardi di esso; e se, come osserva Senac (2), il movimento del piede di un uomo che incrocicchia le sue coscie una sull' altra si effettua dopo il polso radiale o cervicale, è probabile che l'aumento della resistenza entri per qualche cosa in siffatto rallentamento.

2.° La pulsazione scema in ragione diretta del diametro delle arterie (3). Il sangue non si slancia più a saltelli dalle arteriuzze, ma esce per un filetto uniforme, o cola a fiotto (4). Trovò Haller che quelle dei rami dell' arteria mesenterica di una capra, il cui diametro era inferiore ad un sesto di linea, non battevano più. Tuttavia non esistono limiti precisi da fissarsi, giacchè l'ampiezza delle pulsazioni varia in ragione delle circostanze. Vide Doellinger, nell' embrione del pulcino, l'urto del cuore estendersi a tutti i rami arteriosi (5).

3.° Le ramificazioni delle arterie hanno, prese insieme, maggior diametro trasversale o di capacità dei tronchi. Ora, il sangue passando da questi in quelle, il sangue deve perdere tanto più della sua velocità quanto maggiormente considerabile è lo spazio in cui esso si spande. Siffatto rallentamento necessario della corrente sanguigna è generalmente riconosciuto. Fu osservato immediatamente da Spallanzani (6) sopra salamandre, da Forchhammer (7) e da altri. Esaminando i capillari arteriosi col microscopio, scorgesi il sangue muovervisi senza scosse, mediante una corrente uniforme, ma con certa apparenza di velocità eccessiva che proviene dall' effetto dell' ingrossamento, ed è difficile comprendere qual rapporto possa esistere tra la sua rapidità in questi piccoli vasi e quella

(1) *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 241.
(2) *Spallanzani*, *loc. cit.*, *p.* 159.
(3) *Magendie*, *Corso di fisiologia*, *t. II*, *p.* 252,
(4) *Haller*, *Opera minora*, *t. I*, *p.* 185.
(5) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, *t. VII*, *p.* 215.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 144.
(7) *De blenii vivipari formatione*, *p.* 12.

che l' anima nei tronchi. Ripetendo Haller (1) siffatte osservazioni, trovò che il rallentamento nelle ramificazioni non è tanto considerabile come suolsi crederlo, e egli accadde talvolta (2) di scorgere nei capillari alcune correnti tanto rapide quanto nei tronchi. Secondo Spallanzani (3), il sangue fluisce con più lentezza durante la sistole del cuore, e con maggior celerità durante la sua diastole, nelle arterie di capacità media che nei tronchi, ma la sua velocità è la stessa nei ramoscelli più delicati che nei rami mediocri, ed essa non scema che quando la debolezza s' impossessò dell' animale. Finalmente Doellinger (4) pretende che il sangue fluisca in tutti i rami che ammettono più di una o due serie di globetti, con tanta rapidità quanta nei tronchi.

2. Vene.

§. 712. Passiamo all' esame della corrente venosa.

1.° Questa corrente è prodotta dall' arteriosa ritornante sopra sè stessa. I vasi capillari arteriosi, vale dire, le ultime ramificazioni delle arterie, s' inflettono, e quindi sono, pel solo fatto della loro direzione inversa, vasi capillari venosi del sangue che scorre nel loro interno, o radici delle vene. Bisogna inoltre aggiungervi tratto tratto alcuni rami trasversali i quali, staccandosi da un'arteria prima che essa sia giunta alla sua estremità, continuano con vene già formate camminando parallelamente ad esse. Questi son fatti che emergono specialmente dalle ricerche di Haller (5), Spallanzani (6), Doellinger (7), Wedemeyer (8) e G. Muller. Laddove alcuni capillari arteriosi s' inflettono per divenire venosi, non conducono per solito che una sola serie di globetti; ma talvolta eziandio ne contengono due o tre, od anche, secondo Spallanzani, quattro in cinque, sicchè qui pure torna impossibile stabilire esatta linea finitima. Osserva Doellinger che, negli embrioni alquanto attempati dei pesci, le arterie si dividono in ramificazioni più delicate e continuano colle vene, sotto angoli più acuti, che in quelli i quali sono meno avvanzati in età.

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 87.
(2) *Ivi*, *p.* 191.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 247.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 210.
(5) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 176.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 255.
(7) *Denkschriften der Akademie zu Muenchen*, *t. VII*, *p.* 201.
(8) *Meckel*, *Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 343.

2.° Le vene si mostrano in antagonismo colle arterie, giacchè il sangue vi segue una direzione opposta; ma vi cammina più rapidamente nei rami che nei ramoscelli, e fluisce da ultimo a saltelli nei tronchi, come vedremo più innanzi (§§. 728, 732, 733, 737).

II. FENOMENI GENERALI DEL CORSO DEL SANGUE.

A. *Fenomeni qualitativi.*

§. 713. Se portiamo i nostri sguardi sui fenomeni che presenta la corrente del sangue, vediamo,

1.° Che al microscopio, i globetti camminano in linea retta, senza verun cambiamento nella loro situazione relativa. S'inoltrano come legno nuotante, senza deviare o rivolgersi sopra sè stessi, e tutti seguitano la stessa direzione con la medesima celerità. Molte serie di tali corpicelli muovonsi eziandio parallelamente e con calma in un identico vaso, senza confricarsi gli uni contro gli altri, urtarsi, deviarsi o frammischiarsi; delle bolle di aria pure possono nuotare fra essi senza scoppiare. Questi fatti sono incontrastabili, e furono stabiliti massime mediante le osservazioni di Haller (1), Spallanzani (2) e Doellinger (3). È la serosità del sangue che porta i globetti. Doellinger, come abbiamo già detto (§. 688, I), giudicò che essa scorresse giusta le oscillazioni di un globetto impietrito. Ove si ragioni per analogia, deve avere un movimento più rapido di quello dei globetti.

2.° Al pari di ogni altra manifestazione della vita materiale, la corrente del sangue accade in modo uniforme e regolare, senza il minimo concorso della volontà; tuttavia è dessa soggetta ad infinite modificazioni, le quali dipendono da quelle che patiscono le diverse direzioni della vita, e cadrebbesi in grave errore, ove si ammettesse qui un'assoluta ed invariabile uniformità. Il sangue nella sua qualità di elemento dell'organismo essenzialmente mobile e che non può sussistere se non in quanto esso rimane sempre in movimento, deve piegarsi alle circostanze, ed allontanarsi facilmente dal suo corso abituale. La osservazione microscopica aveva già istrutto Haller di siffatte mutazioni; spesso, dice egli (4), il sangue

(1) *Opera minora, t. I, p.* 76, 87, 192.
(2) *Esperienze sopra la circolazione, p.* 161, 252.
(3) *Loc. cit., p.* 227.
(4) *Loc. cit., p.* 191.

scorre rapidamente in un vaso, mentre che in altro vaso della stessa parte, ad esempio, del mesenterio, si muove con più lentezza o si ferma, e nulla di più comune (1) quanto il riscontrare certi vasi per metà vuoti, od anche intieramente. Vide Spallanzani (2) il sangue correre regolarmente in un ramo, soltanto oscillare in altro ramo dello stesso tronco, e rimanere in riposo in un terzo. Questa irregolarità nella velocità e nella direzione della corrente fu pure osservata da Wedemeyer (3) e Sarlandiere (4). Molti fenomeni che avvengono nell' uomo in sanità attestano che essa è frequente ; accade talvolta che soffrasi in un punto del proprio corpo certa sensazione simile a quella che risulterebbe dallo scorrimento dell' acqua in una bottiglia a stretta apertura, e che difficilmente può essere attribuita a cosa diversa dalla penetrazione del sangue in un ramo vascolare rimasto vuoto per gran tempo ; in ciò che dicesi l' *unghiata*, le dita diventano talmente esangui che facendovi una puntura non ne fluisce una sola goccia di sangue.

3.° Siffatte variazioni succedono principalmente alla periferia del sistema sanguigno, ove i vasi sono legati insieme mediante numerose anastomosi, ove la loro estendibilità e dilatabilità permettono che cambiano facilmente di diametro. Siccome essi compongono un tutto col sangue di cui rappresentano il lato esterno, così si modellano in certa guisa sopra di esso e seguitano fin a certo punto le sue vicissitudini, di maniera che si dilatano o si ristringono secondo che esso stesso aumenta o diminuisce di quantità (5). Ma l' anastomosi è un canale di congiunzione tra due correnti, pel quale il sangue passa da quello che ha la preponderanza nell' altro che risulta più debole. Quindi tal sangue fluisce, pel ramo anastomotico, dal vaso che possede maggior diametro in quello che ne ha uno men considerabile. Ma, per solito, i due vasi sono di eguale calibro, ed allora il sangue non ha direzione fissa nell' anastomosi ; la sua direzione varia in ragione dei cambiamenti che comportano le correnti contenute nei due vasi.

(Esaminando col microscopio alcuni vasi capillari, si distinguono certe piccole correnti arteriose, partendo dalle quali il sangue si divide in molte gronde, e piccole correnti venose, nelle quali esso si riunisce di nuovo ; ma talvolta scorgesi la direzione cambiare nelle anastomosi

(1) *Ivi*, *p.* 174.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 150.
(3) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, *p.* 195.
(4) *Memoria sopra la circolazione del sangue*, *p.* 10.
(5) *Haller*, *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 226.

arteriose secondo la forza delle diverse correnti afferenti, ed è cosa comune che un lieve slocamento dell'animale imprima al corso del sangue, nella comunicazione tra due piccole correnti omogenee, certa direzione inversa assolutamente di quella che esso fin allora seguiva. Per tal maniera, due correnti arteriose non s'incontrano già in una anastomosi, ma questa è percorsa ora in un verso, ora nell'altro. Le cose progrediscono per lo meno così riguardo alle piccole correnti arteriose) (1).

4.° Quando è intercettato il passaggio del sangue attraverso un' organo, questo liquido, segue altri rami dello stesso tronco, pei quali affluisce in maggior copia nelle parti vicine. Ma se la entrata di un vaso da una parte gli è interdetta, per esempio, mediante la legatura, vi rifluisce per altro vaso anastomotico, e siccome questo ha allora un predominio assoluto, l'anastomosi diviene il tronco primordiale, ed acquista un accrescimento corrispondente di calibro, cui poscia conserva. Per tal guisa, allorquando Kerr allega come argomento contro la circolazione, che una parte di cui l' arteria fu legata serba ancora sangue e vita (2), è confutato dall' osservazione mille e mille volte ripetuta ; giacchè, in simil caso, rinvengonsi sempre anastomosi, le quali mantennero la circolazione e che di ordinario assunsero dimensioni considerabilissime.

a. Vene superficiali e vene profonde si anastomizzano insieme, verbigrazia, quelle del cervello con quelle del derma capelluto. Trovaronsi le vene dette emissarie dilatate in un caso di ristringimento del seno trasverso del cervello (3). Nelle membra, le vene che accompagnano le arterie si anastomizzano con quelle che serpeggiano sotto la pelle ; se la circolazione sia angustiata o sospesa in queste ultime, per certa compressione esterna, esse gonfiansi dapprima, ma poco a poco si sgorgano, mediante le anastomosi, nelle vene profonde; per tal guisa, ad esempio, una fasciatura stretta può essere tollerata per molte settimane nel caso di fratture. Allorquando apresi la vena mediana, il sangue fluisce con maggior forza, dacchè l'individuo muova l'antibraccio, sebbene i muscoli non comprimano questa vena e non le inviano più sangue. Quando s' injetti la safena, dopo averla legata alla gamba, la injezione passa nella vena crurale.

b. Molti vasi del lato destro e del lato sinistro si anastomizzano insieme sopra la linea mediana del corpo ; tali sono, ad esempio, le arterie vertebrali, le carotidi interne e le carotidi esterne. La carotide si vuota

(1) *Giunta di G. Muller.*
(2) *Loc. cit., p.* 151.
(3) *Burdach, Vom Bane des Gehirns, t. III, p.* 5.

dopo essere stata legata, ma essa non tarda a riempiersi di nuovo mediante le anastomosi (1).

c. Un tronco superiore ed un tronco inferiore si uniscono mediante la vena azigo, di maniera che, se il sangue della vena cava inferiore ha impedito il suo cammino, questa anastomosi, la più considerabile che si conosca fra le vene, le conduce nella vena cava superiore. La mollezza delle pareti addominali, lo facilità con cui cedono ad ogni pressione esterna, e le grandi variazioni che i visceri del basso-ventre comportano nel loro stato di ripienezza, di distensione e di movimento, fanno sì che la circolazione del sangue può essere più facilmente alterata nella vena cava inferiore che ovunque altrove. Ma Reynaud osservò altresì un caso in cui la vena cava superiore era chiusa tutto attorno il cuore, ed ove il suo sangue passava nella vena cava inferiore per giungere a quest' organo (2). È poi cosa comune rinvenire anastomosi fra rami arteriosi alti e bassi, verbigrazia, fra le arterie nate presso il cuore ed a certa distanza da esso. Così la carotide si anastomizza coll'arteria vertebrale; in un caso in cui la carotide interna era divenuta impermeabile per ossificazione, Willis trovò la vertebrale dello stesso lato dilatata (3), per cui non è cosa rara, che in caso di aneurisma, abbiansi legate senza inconveniente le due carotidi, come fece, per esempio, Mussay (5). Avviene la stessa cosa alle vene corrispondenti; ventiquattro ore già dopo aver legate le due giugulari, nei cavalli, Viborg trovò le vene vertebrali tanto dilatate da poterle sostituire (5). Non avvi verun punto del canal intestinale in cui non iscorgonsi rami superiori ed inferiori di arterie e di vene che si anastomizzano insieme; così Chaussier trovò l' arteria celiaca e la mesenterica superiore ostrutte da grumi fibrosi; ma la mesenterica inferiore aveva acquistato tanto calibro da poter condurre facilmente la injezione allo stomaco, al fegato, alla milza ed all' intestino tenue (6). Non evvi neppur articolazione al disopra della quale non si trovino rami i quali vanno ad anastomizzarsi con altri ricorrenti inferiori, sicchè centinaja di casi d'aneurisma dimostrarono che dopo la legatura dell' arteria principale di un membro, la circolazione è mantenuta in quest'ultimo mediante le anastomosi dilatate. La più voluminosa di tutte le anastomosi arterio-

(1) *Burdach, Anatomische Untersuchungen, t. I, p.* 73.
(2) *Andral, Compendio d'anat. patolog., t. I, p.* 403.
(3) *Burdach, Vom Baue des Gehirns, t. III, p.* 5.
(4) *Froriep, Notizen, t. XXVIII, p.* 14.
(6) *Burdach, loc. cit., t. III, p.* 5.
(6) *Ivi, p.* 374.

se è formata dalla mammaria interna e dall' epigastrica; unisce dessa insieme le arterie degli arti superiori ed inferiori, poi indirettamente l' aorta ascendente e l' aorta discendente, sicchè, in casi di angustiata circolazione nelle parti superiori od inferiori del tronco, viene in aiuto della natura come nell' esempio seguente. Trovò Goodisson, in una donna che aveva goduto ottima sanità, e le cui membra pelviche non erano dimagrate, l'aorta affatto ostrutta sotto dell'arteria mesenterica inferiore, da certa massa di osso, di cartilagine e di fibre; le arterie iliache dei due lati erano in parte otturate; ma la mammaria interna, le intercostali, le lombari e le spermatiche avevano acquistato tal volume, che, mediante le loro anastomosi, somministravano sangue al bacino ed agli arti inferiori (1). Gilbert Blane trovò, in un giovane, l' aorta pettorale affatto otturata dall'origine dell'arteria succlavia sinistra fino alla inserzione del canale arterioso, e sostituita dalla succlavia sinistra, dalla mammaria interna e dalla intercostale superiore dilatate. Vide Reynaud l'aorta ristrettissima sotto la succlavia sinistra; ma i rami delle succlavie, vale dire la intercostale superiore, la mammaria interna e la cervicale trasversa, erano tanto grosse quanto le brachiali, ed inoltre tortuosissime, sicchè potevano somministrare la quantità necessaria di sangue alla porzione di aorta situata sotto il ristringimento, mediante le arterie intercostali, ed alle arterie crurali mediante le epigastriche (2). In altro caso, in cui la parte inferiore dell'aorta ventrale e le iliache erano ostrutte da ossificazioni, i rami dilatati e tortuosissimi della mammaria interna conducevano il sangue all'arteria crurale ed alla ipogastrica (3). In un uomo il cui polso non aveva presentato veruna traccia d' irregolarità, trovò A. Meckel l' aorta otturata immediatamente sotto del canale arterioso, e la circolazione resa possibile mediante le anastomosi dilatate dell'intercostale superiore, della mammaria interna, della tiroidea inferiore e della cervicale ascendente, colle arterie intercostali nascenti dall' aorta (4). Un cane a cui Astley Cooper legò l' aorta non lungi dal cuore, cantinuò a vivere, del pari che un altro a cui egli aveva legato le due carotidi, le due crurali e le due ascellari.

(La conoscenza dei reticelli capillari permette spiegare di leggeri i fenomeni sorprendenti della circolazione collaterale, vale dire, dello ristabilimento della circolazione dopo l'otturamento dei grossi tronchi vascolari.

(1) *Horn, Neues Archiv fuer medicinische Erfahrung*, 1822, *p.* 278.
(2) *Andral, loc. cit., t. I*, 369.
(3) *Ivi, p.* 375.
(4) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1827, *p.* 346.

Le injezioni delicate dimostrano non solo che le arterie più sottili sono insieme unite mediante innumerevoli anastomosi, ma inoltre che i reticelli capillari mettono in rapporto tutte le parti di un organo, del pari che molti organi contigui. I reticelli vascolari della midolla nervosa comunicano con quelli del neurilemma, e questi ultimi con quelli del tessuto cellulare circonvicino. Le reticelle capillari degli interstizii dei muscoli comunicano con le altre di tutte le parti circonvicine, quelle del periostio con quelle dell' osso e queste colle altre della midolla. Per tal guisa, i vasi capillari del corpo intiero formano una reticella non interrotta, la quale riceve sangue da innumerevoli arterie, ed un'arteria può tanto più facilmente supplirne un' altra, non già perchè essa è più prossima al tronco otturato, ma pel motivo che i suoi vasi capillari sono più ravvicinati a quelli dell'organo interessato. Siffatte comunicazioni fanno sì che, senza formazione di nuovi vasi, una parte, alla quale il sangue non può più arrivare per la via ordinaria, ne riceva però la quantità necessaria, dacchè le anastomosi ed i vasi capillari si dilatano, e che poco a poco correnti più forti, ma in minor numero, si stabiliscano in vece di quelle in quantità considerabile che dapprima esistevano, ed acquistano pareti più dense. Due preparazioni che mi mostrò Schroeder van der Kolck, provano che gli stessi fenomeni avvengono dopo l'otturazione delle vene) (1).

Osserva Weber (2) che le più numerose e più grosse anastomosi si rinvengono nel cervello e nella midolla spinale, vale dire negli organi che più abbisognano di continuo afflusso di sangue (§. 746, 5.°) ; quindi per quanto si moltiplicano le legature, torna impossibile in un mammifero vivente, impedire al liquido di giungere ad un segmento qualunque della midolla spinale. Dopo gli organi centrali del sistema nervoso trovansi, sotto quest' aspetto, lo stomaco e gli intestini, di maniera che il sangue può sempre concentrarsi precisamente nella parte ove la digestione è in pieno esercizio. Finalmente, il terzo posto è occupato dallo scavo delle mani e dalla pianta dei piedi.

È pure la connessione dei vasi capillari gli uni cogli altri che fa, sui cadaveri, accumulare il sangue, ubbidendo alle leggi della gravità, nelle parti più declivi, e vi produce suggellazioni livide , mentre che impallidiscono i punti rossi od infiammati durante la vita.

5.° La estensione della corrente sanguigna non varia meno della sua direzione; ora si ristringe ad una parte poco estesa , come in caso di

(1) *Giunta di G. Muller.*

(2) *Anatomie des Menschen, t. III, p. 57.*

infiammazione, ora è generale come durante il calor febbrile, ora finalmente in vario grado rinserrata, come nel freddo febbrile. Quando la circolazione ha una estensione poco considerabile, essa è mantenuta dalle anastomosi, e basta una lieve attività vitale per effettuarla nella breve sua carriera; Legallois mantenne la circolazione, mediante una respirazione artificiale, nel petto di un coniglio a cui esso aveva tolto la testa e l'addomine, eccettuato lo stomaco (1). Allorquando l'ampiezza della circolazione scemi da un lato in individuo la cui vitalità non è indebolita, ed unicamente per effetto di circostanze locali, la corrente diviene più gagliarda in altra direzione; per tal guisa dopo l'amputazione di un membro, in uomo godente d'altronde di buona sanità, ed a cui la operazione fece perdere poco sangue, vedonsi sopraggiungere sintomi di ripienezza *(plethora ad spatium)*; per lo stesso modo altresì la legatura di un'arteria voluminosa, massime nel caso di aneurisma, cagiona dapprima cefalalgia, accompagnata da altri sintomi di congestione verso la testa (2) od anche da calore e febbre, con polso pieno, duro e frequente, battiti irregolari del cuore, ed ambascia di respiro. L'esaltamento della vitalità che si osserva dopo la invasione della cangrena, sembra egualmente procedere dal portarsi il sangue in maggior copia agli altri organi, stante che non penetra più nella parte colpita dalla morte.

1. Fenomeni relativi al tempo.

§. 714. Varia la corrente nelle diverse provincie del sistema sanguigno. È *oscillante* dai tronchi venosi fino nei ventricoli, *intermittente* tra questi ed i tronchi arteriosi, *remittente* nelle arterie, *continuo* nei vasi capillari e nelle vene. Ma noi dobbiamo esaminare ciascuna di queste forme in particolare, ed indicare i casi in cui esse avvengono eziandio in altre circostanze.

I. La *continuità* della corrente, vale dire la condizione in cui essa cammina senza interruzione ed in modo uniforme, appartiene propriamente ai vasi capillari ed alle vene. Risulta dal potere le forze che pongono il sangue in movimento, agire liberamente e senza incontrare verun ostacolo.

II. La *remittenza*, vale dire il corso non interrotto, ma senza uniformità e con alternative di acceleramento e di rallentamento, appartiene

(1) *Opere*, *p.* 131.
(2) *Sarlandiere*, *Memoria sulla circolazione del sangue*, *p.* 48.

alla corrente delle arterie in generale. Basta ogni lieve ferita praticata in questi vasi perchè diano sangue, anche durante la diastole del cuore (1), e qualora essi siano tagliati per traverso, il liquido ne esce continuamente con maggior forza e mediante un getto diversamente lungo, durante la sistole del cuore. Quando le arterie sono trasparenti, possiamo convincerci, come fecero vedere Haller (2) e Spallanzani (3) che non contengono e non conducono men sangue durante la diastole del cuore che durante la sua sistole. La continuità del corso di questo liquido, quando pure non è posto in movimento dal cuore, può dipendere da due cause.

1.° Dal ristringersi le arterie (dopo essere state dilatate dalla sistole del cuore) durante la sua diastole e spingere così, colla loro propria diastole, il sangue che ricevettero da esso; ma oltre esservi alcuni casi in cui le alternative di ampliazione e di stringimento sono affatto impossibili, il mutamento che da ciò risulta è sì poco considerabile (§. 710, 2.°) che non potrebbe pigliar gran parte alla propulsione del sangue (§ 735, III).

2.° È adunque probabile che l'onda spinta dal cuore imprima tale impulsione alla colonna del sangue, che dopo lo scuotimento ricevuto, la corrente continui ancora ad avvenire nella direzione datale.

III. La *intermittenza* consiste nel camminare e fermarsi alternativamente la corrente del sangue.

3.° Essa accade nei punti in cui il liquido è mosso immediatemente dalla forza muscolare, ed ove alcune valvole oppongonsi, tanto al suo flusso che al suo riflusso, in conseguenza nel cuore e specialmente nei ventricoli. È probabile che, come ammette Oesterreicher (4), la corrente sanguigna sia intermittente in una parte dell' aorta, almeno in vicinanza del cuore, perchè il liquido spinto in questo vaso, dove esso trovasi logato ristrettamente, non vi incontri, prima del suo passaggio nei rami, bastevole spazio per poter continuare a fluire. Finora questa congettura non ha altro appoggio che le osservazioni di Spallanzani sopra le salamandre (5), le cui arterie sono trasparenti; questo fisico vide, durante la diastole del cuore, il sangue fermarsi nei due primi terzi dell'aorta, fluire più lentamente che durante la sistole nell'ultimo terzo o la coda, ed avere un corso tanto rapido nelle piccole ramificazioni che durante la sistole.

4.° Quando il cuore opera più debolmente, la sua sistole produce

(1) *Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 224.
(2) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 188.
(3) *Esper. sopra la circolazione*, *p.* 145.
(4) *Darstellung der Lehre vom Kreislaufe*, *p.* 78, 80.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 140, 242.

soltanto un movimento istantaneo del sangue e la corrente remittente dei rami arteriosi (II). Spesso eziandio la corrente continua dei vasi capillari diventa intermittente. Osservando Spallanzani questi ultimi sul mesenterio delle rane, vide dapprima una corrente continua, poi una corrente remittente, e finalmente una corrente intermittente (1). Wedemeyer fu testimonio dello stesso fatto (2). Doellinger riconobbe, come aveva già fatto prima di esso Spallanzani (3), che al secondo o terzo giorno della covatura, il sangue degli embrioni del pulcino si ferma nelle arterie durante la diastole del cuore, e riprende poscia il suo corso, ma camminando men celeramente che durante la sistole (4). Oesterreicher assicura (5) essere lo stesso negli embrioni delle rane e dei pesci. Siccome non possiamo attribuire questo effetto allo sviluppo delle arterie (1.°), così sembra dipendere unicamente da ciò che la forza del cuore, dapprima debole, acquista poco a poco maggior energia.

5.° Da ogni ferita praticata ad un tronco o ad un ramo di arteria, il sangue si sparge con una corrente dapprima remittente, poi più tardi intermittente, e sebbene l'affievolimento della forza del cuore, prodotto dalla emorragia, possa concorrere alla intermittenza, la principal causa consiste però nel fatto che avendo diminuito di massa, il sangue non giunge più alla ferita che durante la sistole del cuore.

IV. La *fluttuazione*, che diventa *oscillazione* se il movimento è più rapido, accade quando la corrente del sangue cammina ora in un verso ora nell'altro.

6.° Siffatto movimento è normale, come negli animali inferiori (§.694, 5.°), in tutti i vasi di nuova formazione risultanti dal lavoro della cicatrizzazione o delle pseudomorfosi. Per tal guisa Blandin trovò nel turacciolo sanguigno di un'arteria aneurismatica assoggettata alla legatura, certi vasi, i quali comunicavano coi rami arteriosi normali, ma che non avevano connessioni con niuna vena, sicchè il sangue che conducevano nel grumo era obbligato di ritornare per la stessa via (6). La corrente sanguigna presenta un altro modo di fluttuazione nelle anastomosi (§. 713, 4.°), in cui, in ragione delle circostanze, essa segue ora questa direzione ed ora un'altra. Finalmente, nel cuore ed alla estremità dei tronchi venosi (§. 708, 1.° 2.°),

(1) *Loc. cit.*, *p.* 291.
(2) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, *p.* 190.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 243.
(4) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, *t. VII*, *p.* 214.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 80.
(6) *Giornale complementario*, *t. XXVIII*, *p.* 78.

la fluttuazione è subordinata alla progressione, giacchè il solo resto di un' onda slanciata rifluisce per rientrare nel cuore alla sommità dell' onda seguente.

7.° Nel rimanente del sistema sanguigno, la corrente diviene fluttuante, sia quando la forza propulsiva *(vis a tergo)* si affievolisce, come qualora l'ostacolo che essa incontra aumenta al punto da farsi equilibrio la resistenza e la impulsione; il sangue si ferma allora, ed oscilla a destra ed a sinistra; nelle arterie, cammina esso al dinanzi durante la sistole del cuore, e ritorna sopra sè stesso durante la diastole (1), passa da un ramo in un tronco, talvolta altresì da questo in altro ramo, poi ritorna nel tronco, e ripassa da di là nel primo ramo (2); medesimamente, nelle vene, ora si dirige verso il cuore ed ora ritorna sopra i suoi passi.

8.° Questa fluttuazione accade ordinariamente avanti della morte, quando il cuore batte debolmente, e cessa dacchè l'organo riprende un po' più di vigore (3); ma la si scorge altresì dopo che il cuore cessò di battere (4). Talvolta sopraggiunge dopo che la corrente continua assunse un carattere dapprima remittente poi intermittente, e per qualche tempo ancora essa continua a starsene sotto la influenza del cuore, giacchè corrisponde alla sua diastole ed alla sua sistole (5). Si manifesta altresì dapprima nei capillari maggiormente delicati, e da di là si propaga poco a poco nei rami e nei tronchi (6). Però non sempre si osserva tale successione, qualche volta eziandio la circolazione cessa ad un tratto e senza fluttuazione preventiva (7). Ma nel movimento della colonna sanguigna non bisogna mica considerare soltanto le forze immediatamente motrici, devesi avere eziandio riguardo al punto di appoggio che trova nella porzione che viene dopo essa e nelle pareti; quindi, in caso di ferita di un vaso, questa colonna perde il suo punto di appoggio, la *vis a tergo* permanente che le impediva di retrocedere, e rifluisce verso la ferita; ma, siccome la forza motrice propria che la spingeva nella direzione normale serba per anco i suoi diritti, si stabilisce una fluttuazione; per conseguenza, in caso di ferita, il sangue corre nelle arterie verso il cuore, e

(1) *Spallanzani, loc. cit.*, 152.
(2) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 76.
(3) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 76.
(4) *Wedemeyer, Untersuchungen ueber den Kreislauf, p.* 219.
(5) *Ivi, p.* 190.
(6) *Spallanzani, loc. cit., p.* 14.
(7) *Doellinger, loc. cit., t. VII, p.* 227.

nelle vene in direzione inversa del suo corso ordinario, finchè dopo alcune oscillazioni, la corrente naturale sormonta la corrente retrograda (1).

9.° Da altra parte, l'accrescimento della resistenza può fare che questa diventi eguale alle forze motrici, e che da di là risulti una fluttuazione. Questo caso accade dapprima nell' incontro di due correnti venose consistenti in semplici serie di globetti; giacchè allora una delle due correnti retrograda alquanto, per riportarsi quindi al dinanzi (2). Lo si osserva altresì quando la corrente che viene dal cuore giunge alla dilatazione aneurismatica di un'arteria in cui il sangue stagna e forma in parte dei quagli (3). Lo si vede pure nei vasi capillari le cui estremità sono ostrutte da grumi, giacchè allora i globetti del sangue divengono fluttuanti (4); pari fenomeno accade ogni qualvolta un vaso sia ristretto od ostrutto per compressione (5) o per costrizione (6). Finalmente il rinserramento di una arteria tagliata per traverso può imprigionare il sangue per modo che, durante la sistole del cuore, esso si rechi al dinanzi verso la ferita, e che, durante la sua diastole, rifluisca e si allontani dalla ferita (7).

V. Il *ristagnamento* del sangue in una parte qualunque del corpo non può accadere durante la vita che in guisa momentanea; giacchè ogni cosa ne induce a credere che, quando il fenomeno dura alcun tempo, come, ad esempio, nel priapismo, si stabilisce per lo meno una fluttuazione. Ma all'avvicinarsi della morte, scorgesi, col soccorso del microscopio, i globetti del sangue scorrere con maggior lentezza, agglomerarsi in masse di color carico (8) e finalmente arrestarsi affatto.

10.° Allorquando se ne trovano molte serie entro un vaso, i più vicini alle pareti sospendono il proprio corso prima di quelli che occupano l' asse (9).

11.° Reichier (10), Spallanzani (11) e Wedemeyer (12) videro lo stagnamento effettuarsi dapprima nei vasi capillari, ed estendersi poco a

(1) *Spallanzani, loc. cit., p.* 313.
(2) *Ivi, p.* 177.
(3) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 85, 198.
(4) *Wedemeyer, loc. cit., p.* 196.
(5) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 439.
(6) *Spallanzani, loc. cit., p.* 146.
(7) *Ivi, p.* 365.
(8) *Oesterreicher, loc. cit., p.* 93.
(9) *Spallanzani, loc. cit., p.* 192.
(10) *De sanguine ejusque motu experimenta, p.* 24.
(11) *Loc. cit., p.* 293.
(12) *Loc. cit., p.* 93, 213.

poco dalle ramificazioni verso i tronchi. All' opposto, nelle osservazioni di Doellinger (1) e di Haller (2) il sangue fermavasi nei tronchi, mentre scorreva ancora nelle ramificazioni delicatissime. Haller (3) vide la corrente venosa principiare a fermarsi, ora nei rami ed ora nei tronchi. Ignorasi ancora quali sono le circostanze dalle quali dipende questa differenza.

12.° Cessa la corrente più presto nelle arterie, secondo le osservazioni di Doellinger e di Wedemeyer. Haller (4) la vide pure rallentarsi dapprima nelle arterie, e (5) fermarvisi, dopo la eccitazione del cuore, innanzi di cessare nelle vene; però, in altri casi, erano le correnti venose che divenivano immobili prima di quelle delle arterie (6).

13.° Secondo Spallanzani (7), la stagnazione incomincia di buon'ora a grande distanza del cuore che in sua vicinanza, e Wedemeyer osservò che il cuore era la parte in cui essa effettuavasi per ultimo.

(Il movimento del sangue nei vasi capillari è continuo negli animali adulti, e non si scorgono accelerazioni saltellanti fin tanto che l' animale non è affievolito; ma se diviene più debole, o se qualche pressione molesti la circolazione, vedesi il sangue camminare a saltelli, sebbene ad un tempo in modo continuo, nei vasi capillari e specialmente nelle piccole correnti arteriose. Negli animali molto illanguiditi, o quando la compressione è forte, il movimento avviene solo a saltelli, nè risulta più continuo. Finalmente non iscorgonsi più che oscillazioni, ed i globetti del sangue progrediscono soltanto poco a poco, stante che dopo ogni pulsazione la resistenza della sostanza li costringe retrogradare alquanto.

Nella guisa stessa degli osservatori precedentemente citati, riscontrai, sopra alcune larve di tritoni, nei rami del sistema della vena porta, e nei vasi capillari del fegato, fin alle vene epatiche, un movimento continuo, ma ad un tempo a saltelli, mentre che la circolazione progrediva con maggior rapidità negli altri organi; il polso non si rinveniva, in onta della continuità del movimento. Accade talvolta ai globetti del sangue di fermarsi in certe grondaie, e di non partecipare al battito del cuore che mediante oscillazioni. Però, in generale, risulta da moltiplici osservazioni

(1) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen, t. VII, p.* 227.
(2) *Opera minora, t. I, p.* 76.
(3) *Ivi, p.* 93.
(4) *Ivi, p.* 93.
(5) *Ivi, p.* 77.
(6) *Ivi, p.* 76, 91, 206.
(7) *Loc. cit., p.* 298.

che la direzione e la forza ineguale delle correnti omogenee, il loro predominio sopra altre, e la ineguaglianza nel concorso di due piccole correnti per formarne una terza, mediante la loro riunione, dipendono da cause meccaniche, e che basta modificare queste, cambiando meno che si può la situazione delle parti, acciocchè ogni cosa assuma subito un aspetto diverso) (1).

2. Fenomeni relativi allo spazio.

§. 715. Dobbiamo ora cercare, colla scorta di questi fatti, di sciogliere il quesito se la massa del sangue formi una colonna non interrotta, oppure se essa presenti lacune in certe parti, sempre, ovvero soltanto tratto tratto.

I. È certo che la corrente sanguigna comporta costantemente una interruzione nei ventricoli, sicchè il sangue contenuto nelle imboccature delle vene non forma corpo, mediante il cuore, con quello che trovasi nel principio delle arterie. Infatti, le valvole cardiache chiudono i ventricoli dal lato delle orecchiette durante la sistole, e dal lato delle arterie durante la diastole (§. 707, 2.°).

1.° Se riflettiamo ora che i ventricoli non si dilatano mica perchè il sangue vi affluisce, ma che l' afflusso del sangue risulta dal loro dilatarsi (§. 906, 4.°), che la diastole si compie in un istante indivisibile, e con una rapidità, cui non potrebbe avere la ripienezza delle cavità mediante il sangue, dobbiamo presumere che immediatamente dopo la sistole, i ventricoli sono in parte vuoti, vale dire contengono uno spazio pieno di aria. Se, inoltre, l'onda del sangue è spinta fin a certa distanza nell'arteria, per effetto della sistole, ma rifluisce in seguito (§. 714, 6.°) verso le valvole sigmoidi, le quali si sono però chiuse da sè stesse (§. 708, 3.°), questo fenomeno suppone egualmente uno spazio il quale non sia occupato per intiero dal sangue, e siccome, durante la diastole del cuore, il sangue continua a fluire dal tronco arterioso nei rami (§. 714, II), ma che questo tronco non è abbastanza flessibile per poter contrarsi nella stessa proporzione, siamo inclinati ad ammettere egualmente qui un vuoto od uno spazio contenente aria. Oppone Fontana a questa opinione certa esperienza fatta da lui, e secondo la quale l' aorta, quando egli la pungeva presso le valvole sigmoidi, dava sangue durante la diastole del cuore, in minor copia soltanto che durante la sistole. Da ciò per altro non potrebbesi

(1) *Giunta di G. Muller.*

concludere nulla contro di noi, giacchè ammettiamo soltanto che certa estensione dell'aorta non è riempita totalmente, nè pretendiamo già che essa sia assolutamente vuota, e quando pure tale ultimo caso avvenisse, il sangue non fluirebbe meno per la ferita. Spallanzani (1) vide sopra le salamandre, che il bulbo dell'aorta conteneva poco sangue durante la diastole dei ventricoli, ma che non ne conteneva minimamente quando la circolazione era affievolita, sicchè allora aveva color pallido, nè lasciava scappare verun liquido quando lo si apriva. Si potrebbe però obbiettare che le fibre muscolari, di cui il bulbo aortico va fornito, non permettono di paragonarlo al principio dell' aorta negli animali a sangue caldo. Ma troviamo una prova compiuta della presenza dell'aria nel rumore sensibile all'orecchio che la corrente del sangue produce nel cuore (§. 706, 2.°), dappoichè si sa non poter un liquido racchiuso, per quanta forza usi nel muoversi in sè stesso e contro le pareti del vaso, produrre un suono se non quando vi si rinvenga aria.

II. Nello stato normale, il sangue deve rappresentare una colonna non interrotta nell' interno del sistema arterioso; giacchè, se fosse altrimenti, l'urto del cuore non potrebbe propagarsi con tanta rapidità in tutte le ramificazioni delle arterie. Il caso è diverso per le vene, le loro valvole devono chiudersi, anche nello stato normale, nè puossi ammettere che esse siano colà solo per casi straordinarii, e che possano rimanere non dispiegate per tutta la vita senza che la sanità ne patisca. Se la corrente del sangue non fosse, in realtà, da esse interrotta, dovrebbe, giusta le leggi della idrostatica, innalzarsi istantaneamente, nelle vene, per una altezza eguale alla quantità di cui sarebbesi abbassato nelle arterie, e l'uomo potrebbe allora tenersi costantemente colla testa all' ingiù, senza che questa situazione cagionasse il minimo disordine nella circolazione; ora siccome la cosa non procede per tal modo, siccome in colui che si tiene colla testa all'ingiù non ascende mica per la vena giugulare una massa di sangue eguale a quella che discese per la carotide, siccome finalmente questi due vasi non si comportano mica alla maniera di un sifone a due branche, così devono necessariamente esistere tramezze reali. Ora non vi sarebbero forse circostanze, nelle quali alcune parti del sistema vascolare si vuoterebbero di sangue, senza tuttavia otturarsi, e quindi sarebbero allora riempite di aria?

2.° Nella corrente sanguigna non esiste ordinariamente aria libera; giacchè allorquando ve ne penetrò per accidente, la si vede circolare,

(1) *Loc. cit.*, *p.* 138, 240.

fra i globetti, sotto forma di bolle, cui non soglionsi incontrare, bolle che furono vedute da Redi e da Caldesi nelle tartarughe, da Haller (1) in una rana, da Reichel (2) in molte rane, da Spallanzani (3) nelle salamandre. Blumenbach le riscontrò sì spesso (4) nei rettili e nei pesci da crederle costanti in queste due classi di animali. Sebbene, nel maggior numero di questi casi, l'aria si fosse introdotta dall'esterno, pure ve ne ha taluno nel quale il suo sviluppo sembra potersi riferire allo stesso sangue. Per simil guisa Spallanzani (5) vide uscire da un punto aneurismaticamente dilatato dell'arteria polmonare, una piccola bolla di aria, che si pose a nuotare coi globetti del sangue, e quando esso toccava leggerissimamente con pinzette il mesenterio di una salamandra (6), vedeva formarsi in questo sangue infinite bolle di aria, le quali venivano lentamente strascinate. Sappiamo che il sangue assorbe aria con grande facilità (§. 674, 1.°) e che ne perde molto sotto il recipiente della macchina pneumatica (§. 683, 2.°). Puossi quindi benissimo pensare che, quando producesi un vuoto nella sua corrente, esso abbandoni tant'aria imprigionata tra le sue molecole per riempiere questo spazio. Le arterie dei cadaveri sono vuote di liquido, ed, in conseguenza, piene di aria che deve essersi svolta dal sangue; giacchè, se Prochaska (7) non vide innalzarsene bolle quando le apriva sott'acqua, uopo è dire che sia corso in siffatta esperienza qualche errore di osservazione.

3.° Il vaso si modella sul sangue, e si rinserra quando scema la massa di questo (§. 713, 3.°); ma questa facoltà non può essere illimitata. Il vaso, come lato esterno permanente del sangue, può entrare in disaccordo con quest'ultimo e non rinserrarsi in proporzione dello scemamento comportato dal suo contenuto, massime allorquando esso ha pareti robustissime, come nei tronchi, o quando è fissato a parti solide, verbigrazia, ad ossi od a membrane fibrose. Non è raro che il microscopio faccia scoprire, negli animali viventi, alcuni vasi vuoti di sangue rosso, o che per lo meno ne contengono soltanto poco. Aveva osservato Haller (8) frequentemente tale fenomeno, ma ammetteva che allora le arterie sono piene di sierosità

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 183.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 16.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 158.
(4) *Kleine Schriften*, *p.* 71.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 158.
(6) *Ivi*, *p.* 194.
(7) *Disquisitio organismi corporis humani*, *p.* 87.
(8) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 174.

sanguigna, ipotesi in appoggio della quale Wedemeyer (1) allega che nei casi di anemia, i globetti non si scorgono che nell' asse delle arterie, e mancano nel dintorno, ove, per conseguenza, deve esservi la serosità del sangue. Poteva benissimo essere così allorquando Wedemeyer (2) trovò molti vasi capillari vuoti di sangue nel mesenterio di uno scojattolo, e quando Saissy (3) riconobbe che in generale i capillari della periferia sono quasi esangui negli animali ibernanti. Ma, nelle emorragie mortali, massime interne, ove i vasi lasciarono scappare ed il cruore e la serosità sanguigna, non avvi il minimo dubbio che i piccoli vasi trasparenti non contengano realmente aria, come osservarono fra gli altri Morand (4) e Littre (5). Di frequente, massime dopo l'apoplessia ed il tifo, trovasi aria nei vasi sanguigni della pia-madre (6), e, giusta la osservazione espressa di Morgagni e di Baillie, se ne rinviene eziandio in cadaveri, di cui la putrefazione non si è per anco impossessata. Chiese Soemmerring se quest' aria non si fosse introdotta al momento dell' apertura del cranio. Weber dice che il caso avviene (7); che, quando, segata la calotta del cranio, la si sollevi insieme colla dura-madre, l'aria penetra, per le lacerazioni di questa, nel vuoto che si stabilisce così fra essa ed il cervello, e che riapplicando la calotta, essa s' insinua nelle vene lacerate della pia-madre. Ma quantunque il fatto possa benissimo accadere, non riesce men difficile credere che le cose siano così successe in tutti i casi nei quali si trovarono i vasi contenenti aria, giacchè quasi sempre un'affezione del cervello aveva preceduto la morte, e l' apertura dei corpi comprovò esservi mancanza di sangue e soprabbondanza di sierosità; ora non potrebbesi ammettere che Morgagni, Baillie e tutti quelli che si occuparono di anatomia patologica, abbiano, in ogni caso di tal genere, aperto il cranio per modo da rendere possibile la penetrazione dell' aria. Osserva lo stesso Weber (8) accadere talvolta al polso delle parti situate sotto di aneurisma di non essere isocrono con quello delle altre arterie, pel motivo che il tumore racchiude certa quantità di aria, la quale interrompe la propagazione dell'urto trasmesso dal cuore.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 196.
(2) *Meckel, Archiv fuer Anatomie,* 1828, *p.* 343
(3) *Ric. sulla fisica degli animali ibernanti, p.* 44.
(4) *Storia dell' Accademia delle scienze,* 1707, *p.* 167.
(5) *Ivi,* 1714, *p.* 330.
(6) *Burdach, Vom Baue des Gehirns, t. III, p.* 18.
(7) *Adnotationes anatomicae, p.* 24.
(8) *Ivi, p.* 6.

Vide Villermè, durante la vita, le vene dell'uretra infiammata distese dall'aria (1). Aprendo il cadavere di un colerico, trovò Dieffenbach un'arteria compiutamente vuota ed aperta, sicchè poteva penetrare collo sguardo nella sua capacità interna.

Non intendiamo, d'altronde, pretendere che le oscillazioni della corrente sanguigna e la sua direzione ora verso certe anastomosi od alcuni plessi, ora verso parecchi altri, suppongano sempre un vuoto. Neppure annettiamo troppo peso alle osservazioni di Rosa (2) che vuole contener le arterie due terzi di aria ed un terzo soltanto di sangue, come neppure a quelle di Krimer (3), che dice avere, sopra un vitello vivente, trovato del gas acido carbonico e del gas ossigeno nell' arteria celiaca allacciata un momento dopo la pulsazione. Ciò poi che crediamo dover affermare, fondandoci sulla variabilità e la mobilità eccessiva del sangue, si è che la colonna di questo liquido può essere interrotta, in alcune circostanze, da lagune o da spazii vuoti, i quali non tardano a riempirsi di aria cui ha tanta propensione a sviluppare.

B. *Fenomeni quantitativi.*

§. 746. La rapidità del corso del sangue si appalesa in varii modi.

1.° Mediante la frequenza dei battiti del cuore. Però tal frequenza varia molto secondo gl' individui. Nelle persone irritabili e di piccola statura, il polso riesce più frequente che negli altri dotati di grande potenza muscolare e di cui il cuore si vuota compiutamente ad ogni sistole. È la frequenza eziandio maggiore negli individui sanguigni che negli altri di temperamento flemmatico, e nelle donne di preferenza che negli uomini (§. 180, 5.°). Se il cuore dell' embrione batte centocinquanta volte per minuto (§. 471, 3.°), il numero delle sue pulsazioni scende a cento quindici durante il primo anno della vita (§. 534, 2.°), a cento dieci durante il secondo, a cento nel corso del terzo, a ottantasei fin l' età di sette anni (§. 539, 2.°), ad ottanta durante la seconda infanzia (§. 550, 3.°) a settantacinque nella giovinezza (§. 556, 3.°), a settanta e fin a sessantacinque nella età avanzata, a cinquanta nella vecchiaja (§. 588, 1.°). Abbiamo già veduto che il polso cambia alla pubertà (§. 588, 4.°), durante la mestruazione (§, 164, 2.°), la copula (§. 447, 1.°), la gravidanza (§. 347, 2.°)

(1) *Diz. delle Sc. med.*, *t. XLIII*, *p.* 363.
(2) *Giornale per servire alla storia della medicina*, *t. I*, *p.* 149.
(3) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, *p.* 184.

ed il parto (§. 495, 5.°). Osservammo altresì che la corrente del sangue soffre, come il mare, due volte al giorno un flusso e riflusso (§. 606, 1.°). La frequenza aumenta dopo il pasto (§. 767); il numero delle pulsazioni ascende fin a cento o centocinquanta nella febbre; aumenta nelle grandi emorragie, ed Hales aveva già osservato che questa causa ne recò il numero dai quaranta ai cento in un cavallo, e va discorrendo. Di mezzo a tanta mutabilità, dipendente e dalla individualità e dalle circostanze della vita, torna difficilissimo determinare la frequenza del polso in ogni specie di animale. Però il prospetto seguente, che indica il termine medio dei battiti cardiaci per minuto, potrà servire di valutazione approssimativa.

7	Pesce cane (1).
15	Mitoli (2).
20	Carpi.
24	Anguille (3).
34	Lumache (4).
36 Cavallo (5)	Bruchi (6).
38 Bue (7).	
50 Asino (8)	Gambero (9).
60	Farfalle (10).
74 Capra (11).	
75 Pecora (12).	
75 Riccio (13).	
77	Rana (14).
90 Marmotta (15)	Locusta (16).
90 Scimia (17).	

(1) *Scoresby, Tagebuch einer Reise auf den Walfischfang, p.* 397.
(2) *Pfeifer, Naturgeschichte deutscher Molluschen, t. II, p.* 22.
(3) *Secondo Fontana.*
(4) *Pfeifer, loc. cit.*
(5) *Vetel, nel Froriep, Notizen, t. XXIV, p.* 112.
(6) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 472.
(7) *Secondo Vetel.*
(8) *Secondo lo stesso.*
(9) *Carus, Von den aeussern Lebensbedingungen, p.* 83.
(10) *Secondo Meckel.*
(11) *Secondo Vetel.*
(12) *Secondo lo stesso.*
(13) *Secondo Saissy (loc. cit., p.* 40).
(14) *Secondo Fontana.*
(15) *Secondo Saissy.*
(16) *Secondo Meckel.*
(17) *Secondo Prevost e Dumas.*

75 Cane (1).
175 Moscardino (2).
110 Gatto (3) . . . Oca (4).
120 Coniglio (5) . . . . . *Monoculus custor* (6).
136 . . . . . Piccioni (7).
140 Porco d'India (8). . Gallina (9) . . . *Bremus terrestris* (10).
220 . . . . . Airone (11) . . . *Monoculus pulex* (12).

Neppur qui riscontriamo una gradazione corrispondente a quella della organizzazione animale in generale, ma vediamo piuttosto un concorso di circostanze diverse. Una delle più importanti sembra essere la quantità del sangue; il cuore batte circa due volte più nella magra farfalla che nel bruco abbondantemente provveduto di succhi. I tronchi vascolari della sanguisuga battono sette in otto volte, talvolta dieci in quindici per minuto, quelli del verme terrestre quattordici in diciotto volte, e quando s' irriti l' animale, ventiquattro volte. I molluschi camminano all' incirca del pari cogli annelidi, quanto all'abbondanza dei succhi, e quanto altresì alla poca frequenza dei battiti del cuore. Medesimamente, essendo gli uccelli quelli fra gli animali nei quali la quantità relativa del sangue è men considerabile, in essi altresì la frequenza del polso giunge al suo massimo. Nei mammiferi, il volume del corpo sembra essere una delle circostanze determinanti; ma l' attività della vita animale entra pure in tal calcolo, giacchè la scimia ha il polso più frequente del riccio, in onta della sua maggior statura, perchè essa ha altresì maggior vivacità. I ruminanti ed i rosicchianti sono in antagonismo gli uni cogli altri, riguardo tanto all' abbondanza dei succhi che alla maggior o minor frequenza dei battiti del cuore.

2.° Il tempo che il sangue impiega a fare la sua rivoluzione compiuta

(1) *Secondo Vetel.*
(2) *Secondo Saissy.*
(3) *Secondo Vetel.*
(4) *Secondo Prevost e Dumas.*
(5) *Secondo gli stessi.*
(6) *Jurine, Storia dei Monocoli, p. 57.*
(7) *Secondo Prevost e Dumas.*
(8) *Secondo gli stessi.*
(9) *Secondo gli stessi.*
(10) *Secondo Meckel.*
(11) *Secondo Prevost e Dumas.*
(12) *Jurine, loc. cit., p. 103.*

nel corpo, non può essere determinato che in modo approssimativo, per ciò che le quantità giusta le quali avrebbesi a calcolarlo non hanno nulla di stabile. Considereremo come termini medii più sicuri nell' uomo, il numero di settantacinque battiti del cuore per minuto, ed un peso di cento sessanta libbre; ma, per quello spettasi alla proporzione fra la quantità del sangue che una sistole scaccia dal cuore e quella che esiste nel corpo intiero, indicheremo gli estremi, di cui la media ci darà quindi la proporzione maggiormente probabile.

Ammettendo, come puossi farlo colla scorta delle considerazioni di Wristerg, che la massa totale del sangue sia di trenta libbre, e, come dice Senac (1) fra gli altri, che un'oncia di questo liquido sia slanciata ogni volta dal cuore, una circolazione comprende 480 pulsazioni, e richiede sei minuti e ventiquattro secondi; il sangue circola adunque nove volte tre ottavi nello spazio di un'ora, ed in trentaquattro minuti otto secondi passa, pel ventricolo aortico, una quantità di questo liquido equivalente al peso del corpo intiero. Se, all'opposto, ammettiamo il minimo della massa del sangue, fissato da Herbst a dieci libbre, ed il massimo dell' onda sanguigna, che è di due oncie secondo Prochaska, una circolazione richiede ottanta pulsazioni e dura un minuto quattro secondi; si ripete essa cinquantasei volte ed un quarto nello spazio di un'ora, ed in diecisette minuti quaranta secondi fa passare nel ventricolo aortico una quantità di sangue eguale a quella del corpo intiero. Ecco i due estremi; però, ammettendo come termine medio, che un uomo abbia venti libbre di sangue, e che il cuore ne scacci un' oncia e mezzo per ogni sistole, questo liquido farà in due minuti e cinquantun secondi una intiera rivoluzione comprendente 214 pulsazioni; circolerà esso ventuna volta in un' ora, e la massa che attraverserà il ventricolo aortico in ventidue minuti cinquant' uno secondi eguaglierà il peso del corpo. Secondo Hales, il ventricolo aortico è attraversato da una massa di sangue eguale al peso del corpo in sei ad undici minuti nel cane, diciotto a trentasei nell'uomo, venti nella pecora, sessanta nel cavallo ed ottantotto nel bue.

La incertezza in cui siamo relativamente alla quantità del sangue nel corpo intiero, le differenze che la capacità dei ventricoli presenta negli individui, e la incostanza della frequenza del polso, determinarono Hering (2) ad escludere siffatta estimazione come troppo indeterminata. Fu

(1) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 44.
(2) *Zeitschrift fuer Physiologie*, *t. I*, *p.* 89-126.

tentato di stabilire in modo diretto la rapidità della circolazione presso i cavalli, injettando cianuro di ferro e di potassio nella vena giugulare, ed osservando quanto tempo passava finchè egli ritrovava questo sale nel sangue dei diversi vasi, ma specialmente in quello della vena giugulare del lato opposto, vale dire, finchè il siero, steso sopra carta bianca, si tingesse in azzurro mediante la dissoluzione del solfato di ferro, coll' aggiunta di alcune goccie di acido idroclorico. Ecco quali furono i resultati delle sue esperienze; il cianuro si mostrò dopo dieci in venticinque secondi nell'arteria mascellare, quindici in venti nella masseterica, venti in trenta nella metatarsica, venti in venticinque nella vena giugulare opposta, ventitre in trenta nella toracica esterna, e venti nella safena. Però mi sembra che ingannerebbesi d' assai ove si volesse trarre da queste esperienze la conclusione che la circolazione si effettua compiutamente in venti o venticinque secondi nel cavallo. Tanta rapidità sembra realmente impossibile, giacchè il ventricolo aortico di quest' animale ha tutt' al più una capacità di dieci oncie (ordinariamente di sei e talvolta di tre). Supponendo che ad ogni sistole esso slanci dieci oncie di sangue che è il massimo, e che avvengano per minuto quarantaquattro pulsazioni, locchè costituisce già una frequenza poco ordinaria, avremmo undici libbre e quattro oncie di sangue in venticinque secondi; ora è evidente che questo non può costituire la intiera massa del sangue. Hales, dopo aver levato ventotto libbre di sangue ad un cavallo, avendone trovato ancora nelle vene, nel cuore, e nell' aorta addominale, ammise che la massa totale del liquido ascendesse ad una quarantina di libbre, locchè non è certamente troppo per un animale pesante più di ottocento libbre; ora se il massimo di un' onda di sangue è di dieci oncie, un intervallo di un minuto e trentasette secondi costituisce il minor spazio di tempo che la massa intiera del sangue possa impiegare per una compiuta rivoluzione. La impossibilità di ammettere il risultato che procede dalle esperienze di Hering emerge già dall' essere comparso il cianuro nella vena giugulare opposta tanto prestamente dopo quarantaquattro pulsazioni per minuto che dopo sessanta, ed il non esservi stato un ritardo di alcuni secondi se non nel caso di trenta in quarantatre battiti, mentre avrebbe dovuto esservi una differenza considerabile, se il fenomeno si fosse riferito unicamente alla rivoluzione del sangue. Colla scorta di siffatte esperienze potrebbesi presumere che certe sostanze eterogenee, come il cianuro di potassio, si spargessero nella massa intiera del sangue con maggior rapidità di quella che progredisca la stessa corrente, o che esse non penetrano già tanto facilmente nei vasi capillari di certi organi, restano maggiormente nella corrente principale, e passano con

più prestezza nelle vene, se la circostanza seguente non avesse potuto prender parte al risultato.

3. Qui tocchiamo un punto, il quale non fu ancora fin al presente abbastanza esaminato, e che da sè solo prova la mancanza di precisione della nostra maniera di valutare la celerità della circolazione, come eziandio quella di ogni altro metodo; intendiamo dire la ineguale lunghezza delle carriere che il sangue percorre. La corrente sanguigna è un' aggregazione di gran numero di piccole correnti, le quali differiscono molto le une dalle altre, avuto riguardo alla loro lunghezza, in conseguenza altresì sotto l' aspetto del tempo che passa dalla loro uscita dal ventricolo aortico fin alla loro rientrata in questa cavità. Quindi il sangue che fluisce dall' aorta nelle vene coronarie del cuore deve ritornare all' orecchietta destra dopo poche pulsazioni e più presto che quello di tutto il resto del corpo; quello che passa dal primo ramo della carotide nella parte inferiore della vena giugulare, attraversando la glandola tiroide, percorre un cammino molto più breve dell'altro che, dai rami terminali della carotide, va a raggiungere il cervello ed altre parti della testa; quello che perviene dal tronco dell'aorta in quello della vena cava, attraversando i reni, ritorna al cuore prima di quello che percorre le lunghe arterie mesenteriche, poi il sistema della vena porta, o di quello che è diretto nel bacino e nei membri inferiori mediante le ramificazioni terminali dell' aorta; dopo ciò, taluni fra i globetti del sangue che si rinvengono nell' orecchietta destra, potrebbero non aver impiegati che cinque o sei secondi per venirvi dal ventricolo aortico, mentre altri avrebbero impiegato un tempo maggiore, fors' anche cinquanta volte più lungo, per percorrere lo stesso tragitto.

4.° La quantità del sangue che giunge ai diversi organi varia in ragione del numero e del diametro dei loro vasi. I polmoni ricevono tanto sangue quanto il rimanente del corpo, anzi più di questo, dappoichè quelli gliene sottraggono tuttavia un poco mediante i vasi bronchiali. Si credette rinvenire colà grande difficoltà, cui cercossi rimuovere, tanto, come Hales, ammettendo che la circolazione si faccia con maggior velocità nei polmoni, quanto, come Bichat, proponendo altre congetture. Però siffatta eguaglianza tra i polmoni ed il resto tutto intiero del corpo viene distrutta dalla ineguaglianza della carriera che il sangue percorre e da quella della massa di liquido che la riempie. La corrente sanguigna passa dalle vene cave nell'aorta per una specie di diverticolo laterale che rappresenta l'arteria e le vene polmonari. Che questo deviamento sia grande o piccolo, la proporzione tra la corrente contenuta nelle vene cave e quella che scorre nell'aorta rimane la stessa; che i polmoni racchiudano nei loro

vasi mezza libbra od una libbra intiera di sangue, possono senza verun cambiamento nella velocità di tal liquido, riceverne due oncie dalla vena cava, e renderne altrettanto all'aorta durante egual tratto di tempo. Per tal guisa, giusta il calcolo di Hales, la corrente del sangue polmonare non sarebbe mica cinque volte più rapida, ma la carriera che esso percorre sarebbe cinque volte più breve di quella del sangue nel rimanente del corpo. Vide Haller il sangue a non iscorrere più prestamente nei polmoni di quello che in altri organi (1), e slanciarsi dalla vena polmonare mediante uno spillo tanto forte quanto dall'aorta (2). Kerr (3) allega, come obbiezione contro la dottrina della circolazione, che la maggior parte dei polmoni può essere distrutta dalla suppurazione senza che d'altronde i vasi patiscano veruna dilatazione; ma, purchè ne rimanga tanto da poter contenere quattro oncie di sangue, essi riescono atti per anco a mantenere la uniformità della corrente sanguigna, giacchè ricevono due oncie di liquido e ne espelgono simultaneamente altrettanto, sebbene, in simil caso, l' onda del sangue possa altresì ascendere soltanto ad un' oncia, od anche a mezz'oncia, senza che la corrente, che accade nel sistema aortico, ne sia alterata.

5.° La rapidità del corso del sangue può essere più o men considerabile in alcuni organi di preferenza che in altri; ma da ciò non ne proviene verun disordine fin tanto che la massa del liquido cui l'organo riceve dalla corrente generale sia eguale a quella che ne esce per andar a raggiungere quest'ultimo. Trovò Spallanzani (4) che la circolazione aveva la stessa velocità in tutte le parti delle rane, ma che, nelle salamandre (5), era più lenta nel mesenterio che nei polmoni e nella testa, più lenta che ovunque altrove nelle vene epatica e splenica (6), e talvolta eziandio tre volte più lenta là di quello che nelle vene mesenteriche. Analoghe osservazioni furono praticate da Wedemeyer (7). Vide G. Muller (8) la circolazione più lenta nel fegato che in altre parti, e nelle vene epatiche che nella vena porta.

6.° Tutte queste circostanze riunite fanno sì che in vano si cercherebbe una misura generale della velocità del corso del sangue. Si parte da

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 191.
(2) *Ivi*, *p.* 73, 225.
(3) *Observations on the harveian doctrine*, *p.* 146.
(4) *Esperienze sopra la circolazione*, *p.* 271.
(5) *Ivi*, *p.* 269.
(6) *Ivi*, *p.* 197.
(7) *Meckel*, *Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 349.
(8) *Ivi*, 1829, *p.* 375.

ipotesi la cui dimostrazione non può essere data, o da alcuni fatti isolati, cui si generalizzano senza essere in diritto di farlo, e si giunge così a risultati maggiormente disparati. Calcolò Keil che se ad ogni battito di cuore, esce dal ventricolo aortico un'oncia =1,659 pollici cubici di sangue, locchè darebbe, calcolando ottanta pulsazioni al minuto, 132,72 pollici cubici, ed ove si valuti l' orificio dell' aorta a 0,4187 di pollice, il sangue percorre al minuto una distanza di ventisei piedi, atteso che avendo un cilindro il diametro di 0,4187 di pollice, e contenendo 132,72 pollici di liquido, deve avere trecento sedici pollici o ventiquattro piedi di lunghezza. Ma siccome la diastole dura il doppio della sistole, e che tuttavia essa non contribuisce alla propulsione del sangue, il sangue spinge questo liquido di 78 piedi per minuto, o di cento cinquantasei, portando a due oncie la quantità che esce ogni volta dal ventricolo aortico (1). Secondo Morgan, il sangue percorre undici pollici per secondo, e quindici giusta Robinson (2). Ad ogni sistole del cuore, ne esce, per opinione di Soemmerring (3), ventiquattro pollici di sangue ; stando al parere di Hales, dodici pollici ; ed a quello di Boissier (4), tre pollici e tre linee. Dice Prochaska che ciascuna invia sedici linee di sangue nei tronchi, una linea nei rami ed un terzo di linea nei vasi capillari (5). Assicura Arnott che in un secondo fluiscono nell'aorta otto pollici di tal liquido, e che questa quantità va sempre diminuendo nelle ramificazioni, sicchè i vasi capillari maggiormente delicati non ricevono spesso un pollice di sangue per minuto (6).

CAPITOLO II.

Cause della vita esterna del sangue.

§. 717. Se, dopo aver passato in rivista i fenomeni più essenziali del corso del sangue, vogliamo riascendere alle cause di quest' ultimo, dobbiamo prima esaminare quali sono quelle dei battiti del cuore.

(1) *Haller, Elem. physiolog., t. I, p.* 449.
(2) *Ivi, p.* 455.
(3) *Gefacsslehre, p.* 104.
(4) *Haller Elem. physiolog., t. I, p.* 449 ; *t. II, p.* 164.
(5) *Loc. cit., t. I, p.* 100.
(6) *Elemente der Physik, t. I,* 486.

ARTICOLO I.

Cause del movimento del cuore.

La prima cosa da farsi, per conoscere la causa dei movimenti del cuore, si è ricercare le circostanze nelle quali essi avvengono.

I. Ora vediamo dapprima un fatto positivo, vale dire che il cuore reagisce contro una stimolazione, ossia certe impressioni lo sollecitano a manifestare la sua vitalità nella maniera che gli è propria, mediante il movimento. Allorquando languiscono i suoi movimenti normali, puossi renderli più forti e più celeri, e quando cessarono, puossi eziandio rianimarli, mediante l'applicazione di uno stimolo. Tratto da animale vivo e sano, la sua impressionabilità risulta più viva, la sua mobilità più energica, la sua vitalità di più lunga durata, di quando lo si tolse dal corpo di un animale esausto o la cui morte fu lenta. Le irritazioni che dirigonsi sulla sua faccia interna operano con maggior forza delle altre che portansi sulla sua faccia esterna. Ma puossi eziandio tagliarlo a lembi, e determinare ognun di essi ad entrare in movimento. Le azioni mediante cui si fanno nascere tali fenomeni variano molto, ed indicansi sotto il nome d' irritazioni.

1.° Collocansi nel primo ordine la elettricità ed il galvanismo. Allorquando Humboldt (1) metteva un cuore tra due pezzi di sostanza muscolare, o tra altri corpi conduttori, ed armava questi, il suo movimento estinto si rianimava, od acceleravasi quello che per anco esisteva; se il cuore era già tanto indebolito da non battere più che una sola volta ogni quattro minuti, il numero delle sue pulsazioni ascendeva a trentacinque per minuto, e quando, in capo a cinque minuti, i battiti si trovavano rediscesi a tre, una nuova applicazione del galvanismo li faceva risalire a venticinque per minuto.

2.° Haller (2) e Senac (3) videro il calore della mano o dell' alito provocare nuovi movimenti nel cuore dell'embrione del pulcino. L'acqua calda ne determinava di più rapidi ancora, ma che duravano meno.

3.° Una irritazione meccanica, il contatto di un corpo solido, l'apposizione specialmente del dito, la compressione, le punture, le incisioni, provocano alcuni movimenti.

(1) *Ueber die gereizte Muskelfaser*, *t. I*, *p.* 343.
(2) *Opera minora*, *t. II*, *p.* 389.
(3) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 140.

4.° Lo stesso dicasi degli irritanti chimici, verbigrazia degli acidi.

5.° L'aria opera con maggior forza ancora degli acidi (1), ed anche di tutti gli altri stimoli (2). Basta spingere aria nelle vene cave per rianimare i battiti del cuore molto tempo dopo la morte. Peyer (3), Harder (4) e Brunner (5) videro la insufflazione del canale toracico ridestare le pulsazioni di quest'organo negli animali morti. Portal (6), Hunauld e Senac (7) furono eziandio testimonii del fenomeno sopra cadaveri umani.

6.° I liquidi operano in ragione del proprio volume, del loro urto e della loro natura chimica. Ma sotto quest'ultimo aspetto, il sangue costituisce lo stimolo naturale del cuore. Ne abbiamo la prova nei fatti, di cui Senac aveva già presentato il complesso (8).

a. Quando si si oppone all'arrivo del nuovo sangue, legando i tronchi venosi, il movimento del cuore diviene più debole (9). Quest'organo si contrae bensì, perchè contiene ancora un poco di sangue, ma le sue contrazioni riescono deboli, e siccome solo una potente sistole può vuotarlo compiutamente così rimane nel suo interno certa quantità di sangue. Vide Barkow (10), dopo l'allacciatura della vena cava, l'orecchietta contrarsi senza cacciar sangue nel ventricolo; quando poi aprì il cuore e lo distese con pinzette, il sangue fluì e le pulsazioni cessarono.

b. Quando, sopra un animale aperto vivente, si ridusse il cuore già affaticato in riposo vuotandolo, ove vi si lasci giungere del sangue, esso muovesi di nuovo.

c. La porzione di cuore che non riceve sangue muore la prima. Allorquando i polmoni, avvizziti sopra sè stessi per l'apertura della cavità pettorale, non somministrano più sangue al cuore sinistro, questo cessa di battere, mentre il cuor destro, che ammette tuttavia sangue, continua ad agire. Se, all'opposto, dopo aver legata l'aorta, si pratichi la sezione delle vene cave e dell'arteria polmonare, in guisa che il cuore destro si vuoti senza ricevere nuovo sangue, l'orecchietta destra riesce affatto immobile,

(1) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 152.
(2) *Ivi, p.* 170.
(3) *Scheel, Die Transfusion des Blutes, t. I, p.* 242.
(4) *Ivi, p.* 245.
(5) *Ivi, p.* 249,
(6) *Ivi, t. II, p.* 112.
(7) *Loc. cit., t. II, p.* 139.
(8) *Loc. cit., t. II, p.* 132.
(9) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 170.
(10) *Meckel, Archiv fuer Anatomie,* 1830, *p.* 5.

ed il ventricolo destro o non si muove più interamente, od eseguisce soltanto movimenti debolissimi, e ciò solo per virtù di sua connessione col ventricolo aortico, il quale allora è la parte in cui le pulsazioni persistono più alla lunga (1).

d. Quando si si limita a legare le arterie per impedire che il cuore non si vuota, esso si contrae più frequentemente e con maggior violenza di quando il sangue è libero di entrarvi e di escirne.

e. Finalmente, niun liquore diverso dal sangue determina movimenti del cuore tanto forti e tanto regolari (2). Allorquando Dieffenbach faceva colare siero nelle vene di animali cui aveva ridotti allo stato di morte apparente lasciando perdere tutto il loro sangue, la rivivificazione non avveniva, mentre il cuore ricominciava a battere dacchè injettava sangue intiero.

Nega Merk (3) che sia il sangue che sollecita il cuore a muoversi, perchè l'afflusso e lo scolo di questo liquido avvengono poco a poco, ed il movimento del cuore si effettua invece tutto d'un tratto. Ma una irritazione qualunque non chiama una reazione che alla condizione di essere portata essa stessa fin a certo grado, e siccome non potrebbesi negare che la irritazione prodotta nella vescica dalla orina sia la causa che la determini a vuotarsi, perchè il viscere ha la facoltà di rattenere il liquido per ore intiere senza contrarsi, così non si può dubitare che sia il sangue quello che stimola il cuore, per ciò che questo muscolo non si vuota se non dopo essere stato riempito intieramente. L'altra obbiezione, quella che il cuore dell'embrione si muove prima di contenere sangue è confutata dalla osservazione del fatto contrario (§. 399, 7.°). La terza per ultimo, quella che il ritmo dei battiti del cuore può cambiare in circostanze, le quali non esercitano veruna influenza sopra la corrente del sangue, torna senza valore, dappoichè la facoltà di essere impressionato dallo stimolo del sangue non esclude l'altra di risentire l'azione degli altri stimoli.

II. Però riconosciamo nel cuore certa forza motrice, la quale, sebbene non si sveli ordinariamente che quando essa sia sollecitata dall'esterno, può tuttavia manifestarsi senza tale condizione, e giusta un tipo suo proprio.

7.° La sistole accade senza stimolo. Il cuore reciso e vuotato si muove per anco in modo ritmico, durante molte ore ad esempio, nelle

(1) *Haller, opera minora, t. I, p.* 60.
(2) *Senac, loc. cit., t. II, p.* 135.
(3) *Ueber die thierische Bewegung, p.* 112.

rane e nelle salamandre (1), e l'aria non n'è mica la causa, giacchè il movimento continua anche sotto il recipiente della macchina pneumatica (2). Accade eziandio talvolta che il cuore continui a muoversi dopo la legatura dei tronchi venosi (3).

8.° Ove pure gli stimoli continuano ad agire, la diastole tuttavia si stabilisce; sebbene legansi le arterie in guisa da impedire al cuore di vuotarsi, la sistole e la diastole proseguono non per tanto ad alternarsi insieme. Allorquando Fontana pungeva il cuore nel momento della diastole principiante, l'organo continuava a distendersi, e non poteva, nè con moltiplicate punture nè mediante l'applicazione dei caustici o del ferro arroventato, determinare una contrazione che fosse soltanto di un istante più prolungata della sistole normale.

9.° Fin i lembi di un cuore fatto a brani mostrano le alternative di contrazione e di espansione.

10.° Riconosciamo adunque colà un tipo interno, il quale consiste in due tempi alternativi, richiamantesi reciprocamente l'un l'altro, e che discuteremo più alla distesa allorquando saremo giunti all' esame dell' azione muscolare.

III. Abbiamo trovato (§. 480, 485) che il parto dipendeva da una forza inerente alla matrice, la quale si dispiega giusta un tipo proprio, e che agisce per sua propria molla, ma che, nello stato normale, è sollecitata dalla irritazione a manifestarsi, e che là regna un' armonia per virtù della quale la forza interna e lo stimolo esterno giungono simultaneamente al punto in cui deve manifestarsi l'effetto comune di entrambi. Abbiamo inoltre riconosciuto, che l'organismo porta in sè la ragione di sua periodicità (§. 594, 1.°) ma che questa è posta in esercizio da un rapporto armonico del mondo esterno (§. 594, 3.°). Consimile armonia si mostra a noi nel cuore; quando quest'organo si contrasse, non solo la sua forza contrattile è esaurita, ma inoltre lo stimolo che la sollecitava si estinse ed accade la diastole; dopo che esso si riposò durante quest'ultima, non solo la sua forza contrattile è, per così dire, ringiovanita (§. 593), ma inoltre il sangue si accumulò in tanta copia nel suo interno, da dover agire sopra di esso come stimolo, e queste due circostanze riunite inducono la sistole.

§. 718. Il cuore agisce come muscolo, specialmente come muscolo cavo, sicchè la causa de'suoi movimenti non si svolgerà chiaramente

(1) *Spallanzani, Esper. sulla circolazione, p.* 356.
(2) *Arnott, loc. cit., p.* 86.
(3) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 151, 203.

ai nostri occhi se non quando considereremo la forza muscolare sotto tutte le sue forme. In antecipazione, ci facciamo ad indicare alcuni tratti, i quali sono particolari al cuore.

1.° Quest'organo è il più robusto di tutti i muscoli. Si distingue da essi tutti per la sua rossezza più intensa, la sua maggior sodezza, la purità meglio sensibile delle sue fibre, le quali sono rinserrate le une contro le altre, senza guaine cellulose e che ricevono i nervi, in proporzione, più sottili. La sua forza motrice risulta più potente di quella di qualunque altro muscolo; introducendo la mano nel basso-ventre di animale a sangue caldo vivente, facendola passare per un'apertura del diaframma ed impugnando il cuore, possiamo convincerci della energia con cui esso eseguisce il suo innalzamento ed il suo abbassamento. Quest' organo opera senza interruzione, durante il sonno del pari che in tutti i momenti della veglia, durante la vita intiera, partendo dall'istante in cui non esistono altri muscoli, fin a quello nel quale questi ultimi hanno già cessato di agire. Per ultimo, mentre che gli altri muscoli non servono mai che a certe funzioni ed in modo parziale, il cuore costituisce il muscolo generale della vita, la sua attività forma la condizione di tutti gli altri.

2.° Sonvi alcuni intimi legami tra il cuore e tutto il complesso dell'organismo. Quando una delle condizioni esterne della vita, in particolare il calore, o l'aria, od il sangue, sia sottratta, il cuore cessa di muoversi, e tutti i fenomeni della vita si estinguono; l'animale cade nello stato di morte apparente (congelazione, asfissia , esaurimento per emorragia), vale dire la vita diviene latente. Non è dessa mica attaccata nelle sue fondamenta, ma soltanto fermata nelle proprie manifestazioni, giacchè mancano le condizioni di queste ultime, e quando si rendono ad essa, questa rientra di nuovo in esercizio. Ma se lo stato latente si prolunga, la vita si estingue, ed il cuore perde la sua irritabilità, del pari che la sua facoltà di agire.

3.° Allorquando furono distrutte le connessioni del cuore col resto dell' organismo, o che la sua attività normale è estinta per la cessazione della vita generale, manifesta esso inoltre per alcun tempo una vita parziale sotto la influenza di stimolo posto in rapporto con esso (§. 634, VI). Ma la durata di siffatta vita parziale non è mica in ragione diretta della forza muscolare; lungi da ciò , essa risulta tanto minore, nelle differenti specie d'organismi animali, quanto più sviluppata è la vita animale, quanta maggior unità regna tra le funzioni, e che in particolare la respirazione è un bisogno più imperioso per la vita generale. Quindi la irritabilità del cuore dura più alla lunga nei feti che si avvicinano al termine della

maturità che negli animali venuti al mondo; Forchhammer, ad esempio (1) lo vide battere ancora tre in quattro ore in embrioni del blennio, ed i suoi movimenti persistono più alla lunga negli animali vertebrati neonati che negli adulti, come aveva già osservato Senac (2). Conserva più alla lunga la sua irritabilità negli animali a sangue freddo che in quelli a sangue caldo. Per tal guisa Scoresby vide il cuore dello squalo o pesce cane battere ancora per alcune ore dopo essere stato strappato del corpo. La sua attività si estingue più prestamente negli uccelli che nei mammiferi, locchè spiega forse il maggior bisogno di respirazione patito da questi animali. D'altronde, prescindendo dall'accidente delle circostanze nelle quali sono raccolte siffatte osservazioni, non bisogna aspettarsi di trovare qui una perfetta armonia con la scala generale della organizzazione della vita. Il cuore di una lumaca, svelto dal corpo, batte per un quarto di ora secondo Carus (3) e serba la sua irritabilità per circa due ore e mezza; quello del gambero batteva cinque minuti, e rimaneva irritabile per dieci.

4.° Medesimamente, torna quasi impossibile stabilire nulla di generale relativamente alla durata della sua irritabilità paragonata a quella degli altri tessuti muscolosi, pel motivo che lo stato in cui si trovano le diverse parti prima della morte, e la natura dei mezzi stimolanti che adopransi, diventano la sorgente d' infinite variazioni. In generale, il cuore conserva la sua vitalità più alla lunga che in altri muscoli cavi; ma la matrice pronta a partorire (§. 484, 2.°) fa eccezione a questa regola. I muscoli soggetti alla volontà perdono la loro irritabilità prima del cuore, secondo Haller (4), dopo di esso secondo Fontana, prima delle orecchiette e dopo i ventricoli secondo Nysten (5). La natura degli stimolanti esercita una considerabile influenza; il cuore perde prima dei muscoli soggetti alla volontà la facoltà di essere posto in azione dal galvanismo (6); ma si muove ancora sotto l' impero dell' aria, quando niun altro muscolo cavo non ha più veruna traccia di vitalità, e quando esso stesso divenne già insensibile a tutti gli altri stimoli (§. 717, 5.°).

5.° In quanto a ciò che concerne le diverse parti del cuore ordinariamente la estinzione del movimento incomincia nella più arteriosa di

(1) *De blennii vivipari formatione*, p. 12.
(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 142.
(3) *Von den aeussern Lebensbedingungen*, p. 84.
(4) *Opera minora*, t. I, p. 169.
(5) *Ricerche di fisiologia*, p. 293.
(6) *Oesterreicher; Darstellung der Lehre vom Kreislaufe*, p. 42.

tutte, il ventricolo aortico e finisce nella più venosa, l' orecchietta destra. Osservò Walther (1) che essa avveniva piuttosto nell'orecchietta polmonare che nel ventricolo dello stesso lato, ed Haller piuttosto in questo che in quella (2). Ma tale differenza proviene dall' essere la porzione venosa l' ultima che il sangue si fa a stimolare ; giacchè allorquando Walther ed Haller (3) avevano recise le vene e l' arteria polmonari, il movimento fermavasi dapprima nell' orecchietta destra, poi nel ventricolo destro, indi nella orecchietta sinistra, finalmente nel ventricolo aortico. D' altronde, secondo Haller (4), la punta conserva il suo movimento proprio e la sua irritabilità più alla lunga delle altre parti delle orecchiette.

ARTICOLO II.

Cause del movimento del sangue.

§. 719. La circolazione suppone necessariamente che il sangue e la sua parete siano disposti per guisa da renderla possibile. Ma il quesito consiste nel sapere se tale appropriazione basta da sè sola per realizzare pienamente il fenomeno, o se torni indispensabile che vi si aggiunga inoltre un' altra circostanza. Poniamo quindi il seguente dilemma ; la ragione sufficiente della circolazione sta o nello stesso sistema vascolare (§§. 719-734), o ad un tempo fuori di esso (§§. 735-738) ; se avviene il primo caso, bisogna cercarla o nel sangue (§§. 732-734), o nelle sue pareti, ovvero nel cuore (§§. 729-731), ovvero nei vasi (§. 732).

Abbiamo trovato nel cuore (§. 706) un movimento vivente, il quale opera meccanicamente sul sangue, ed abbiamo veduto che una volta posto in movimento, questo liquido vien dottato di direzione e carriera determinate (§§. 694-704). La ipotesi più semplice è adunque che il cuore contiene la ragione sufficiente della circolazione, e che, prescindendo dalla sua attività vivente, il cerchio intiero dei fenomeni che si riferiscono qui è il resultato di disposizioni meccaniche. Ora, troviamo fatti, i quali provano poter il cuore effettuare da sè solo tutta la circolazione (§§. 720-723), ed alcune circostanze meccaniche, le quali spiegano i differenti fenomeni di tale funzione (§§. 724-730).

(1) *Experimenta in vivis animalibus*, *p.* 11.
(2) *Haller*, *Opera minora*, *t. II*, *p.* 139.
(3) *Ivi*, *p.* 155.
(4) *Ivi*, *p.* 226.

I. CAUSE INERENTI AL CUORE

A. *Azione del cuore.*

1. AZIONE DEL CUORE SOPRA LE ARTERIE.

§. 720. Il sangue viene spinto dal cuore nell'intiero sistema arterioso.

I. Il polso arterioso si riferisce al cuore. Non è desso essenzialmente altro che la propagazione all' intiero sistema dello scuotimento che fu comunicato all' arteria (al suo sangue ed alla sua parete), dall' urto della onda veniente dal cuore (§. 710).

1.° È desso isocrono colla sistole dei ventricoli, alla quale corrisponde sotto l'aspetto della durata e delle modificazioni di forza e di frequenza; si arresta quando il cuore non islancia più sangue, o si sparge per una ferita, e rinasce quando ricompariscono i battiti cardiaci.

2.° Legando un' arteria, il polso cessa sotto della legatura (1). Questo caso verificasi principalmente laddove fu resa impermeabile una estensione considerabile di arteria mediante l'applicazione di due legature (2); ma se i battiti del cuore sono forti, gli avviene talvolta d' imprimere all'arteria, così carica di due legature, certa oscillazione analoga al polso.

II. Il polso arterioso non è altro adunque che l' effetto meccanico dell' urto impresso al sangue dal cuore.

3.° Le vene battono come le arterie, allorquando vi si fa passare la corrente del sangue proveniente dal cuore. Denis osservò tale fenomeno nella vena jugulare ove faceva scorrere il sangue della vena crurale (3), e King in un caso analogo di transfusione nell' uomo, sebbene tre tubi di penna incastrati uno nell'altro fossero interposti tra la vena dell' individuo e l' arteria dell' agnello che somministrava il sangue (4). Fatti analoghi furono raccolti da Arthaud (5) e Bichat. Nell'aneurisma varicoso, la vena batte simultaneamente coll' arteria tra la quale ed essa esiste una comunicazione.

(1) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 187.
(2) *Spallanzani, Esper. sopra la circolazione, p.* 383.
(3) *Scheel, Die Transfusion des Blutes, t. I, p.* 79.
(4) *Ivi, p.* 170.
(5) *Oesterreicher, loc. cit., p.* 95.

4. Allorquando all' opposto si conduce il sangue da una vena in un' arteria, questa non batte più, a meno che essa non riceva un urto da qualche ramo vicino.

5.° La corrente del sangue veniente dal cuore, diretta nell'arteria di un cadavere, le imprime oscillazioni analoghe al polso, cui puossi sentire attraverso la pelle. Ecco quanto riscontrò Bichat sul braccio di un cadavere umano, nell'arteria del quale aveva fatto passare il sangue della carotide di un grosso cane.

6.° La corrente arteriosa produce altresì un movimento analogo in altre parti. Un intestino di gallina, in cui Rosa (1) aveva fatto scorrere il sangue della carotide di un vitello, eseguiva pulsazioni isocrone a quelle di quest'ultima. Egual fenomeno fu osservato da Bichat sopra una vescica nella quale egli aveva condotto il sangue di un' arteria. In alcuni saggi di transfusione, Rosa, Scarpa e Tietzel videro il tubo, che era ora un canale di cuojo cucito (2), ora la carotide di un cavallo (3), battere sensibilmente durante il passaggio del sangue.

7.° Injettando sangue a tratti nelle arterie di un cadavere, esse battono; il fatto venne da me osservato sulle arterie del cervello (4), e da Wedemeyer sopra la radiale (5). Riscontrò quest'ultimo che in una simile injezione, l' arteria crurale denudata si dilatava per tutta la sua lunghezza ad ogni colpo di stantuffo, poi si rinserrava sopra sè stessa e scacciava l'acqua (6). Il movimento ondulatorio dell'acqua ed il fremito della parete si fanno sentire altresì in tutti i corpi della tromba, per quanto grossi essi siano, anche, secondo Doellinger (7), in quelli di piombo aventi molta grossezza, e Johnson costrusse, con vesciche ed intestini, una macchina sulla quale produceva, mediante la pressione, certo fremito analogo al polso.

III. Il cuore opera la circolazione in circostanze eziandio nelle quali le arterie non possono contribuirvi.

8.° Le arterie sono talvolta ossefatte per certa estensione considerabile, e tuttavia la circolazione continua per molti anni (8).

(1) *Giornale per servire alla storia della medicina, t. I, p.* 189.
(2) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 141.
(3) *Dieffenbach, Die Transfusion des Blutes, p.* 27.
(4) *Vom Bau des Gehirns, t. III, p.* 36.
(5) *Untersuchungen ueber den Kreislauf, p.* 43.
(6) *Meckel, Archiv fuer Anatomie,* 1828, *p.* 339.
(7) *Meckel, Deutsches Archiv, t. II, p.* 356.
(8) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 230.

9.° Non di raro le arterie sono fissate in guisa da non poter eseguire verun movimento. Così l'aorta di molti pesci attraversa l'arco delle apofisi spinose inferiori, e quella dello storione rappresenta un canale cartilaginoso.

IV. Allorquando la vita è interrotta per mancanza di sangue, non la si ristabilisce facendo fluire nuovo sangue nell'arteria, ma introducendolo nel cuore, di cui rianima il movimento. Riconobbe Blundell (1) che alcuni animali, ai quali avevasi tratto tutto il loro sangue, non ritornavano alla vita quando injettavasi loro sangue arterioso di altri animali nella carotide, ma sibbene qualora lo si faceva giungere al cuore per le vene.

2. Azione del cuore sui vasi capillari.

§. 721. Il movimento del sangue nei vasi capillari dipende dall' impulso del cuore.

I. Infatti, la stessa quantità di sangue che le arterie ricevettero dal cuore, deve essere spinta da esse, fin al prossimo urto di quest' organo, nei vasi capillari, ove essa è costretta seguire la stessa direzione.

1.° Ecco perchè la circolazione riesce remittente in un vaso in cui la impulsione del cuore si fa sentire con troppo poca forza perchè lo impulso risultante dalla sua sistole possa continuare ad operare ancora durante la sua diastole. Doellinger (2) vide, sopra embrioni di pesci, che l' impulso del cuore si trasmetteva all' aorta attraverso eziandio i vasi capillari delle branchie, sicchè la corrente aveva un tipo remittente in quest' arteria, mentre che, coi progressi dello sviluppo, ed allorquando la forza muscolare del cuore cresce, essa diviene continua. Spallanzani (3) e Wedemeyer (4) videro, nei capillari di animali adulti, la circolazione continua divenire remittente od anche intermittente, vale dire rallentarsi od arrestarsi durante la diastole del cuore, allorquando questo perdeva del suo vigore (§. 714).

2.° In generale, evvi armonia tra la circolazione nei vasi capillari e la forza dei battiti del cuore. Allorquando questi diventano ad un tratto più forti o più deboli, scorgesi altresì, secondo Wedemeyer (5), l' altro comportare una modificazione corrispondente.

(1) *Physiological and pathological researches*, *p.* 68.
(2) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen*, *t. VII*, *p.* 215.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 160, 242.
(4) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, *p.* 212.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 208.

3.° Quindi la circolazione è più rapida nei vasi capillari maggiormente vicini al cuore. Doellinger (1) riconobbe che le serie semplici di globetti di sangue muovonsi con maggior velocità quando escono da una corrente arteriosa animata da impulsione alquanto più forte.

4.° Secondo le osservazioni di G. Muller (2), la corrente si ferma e quasi istantaneamente nei capillari dopo la legatura dell' arteria, e non si osserva più allora che una oscillazione lenta, dovuta alla pressione delle pareti, che cessa presto essa pure. Ma quando si tagli una parte, il sangue continua a camminare per la forza impulsiva cui ricevette dal cuore e per la pressione delle pareti, e si sparge mediante l'orificio delle vene aperte.

II. È pure il cuore che determina il sangue a passare dalle arterie nelle vene. La corrente sanguigna forma una colonna non interrotta nelle arterie, l' urto che le imprime ogni ondata veniente dal cuore è troppo potente per non istendersi fin al di là dei capillari, e questo effetto deve tanto meglio accadere, non solo perchè, al di là dei capillari, la corrente è interrotta da valvole, ed in conseguenza formansi alcuni vuoti quando essa continua a camminare nelle vene, ma inoltre pel motivo che la corrente venosa sorpassa la corrente arteriosa in capacità, e che le vene sono più sottili, più floscie e più flessibili delle arterie. Siccome il sangue spinto dal cuore nei capillari vi giunge attraverso le arterie, che sono strette e provvedute di grosse pareti, e che non incontra eguale resistenza nelle vene, deve necessariamente passare in questi vasi, e la uniformità, la regolarità della circolazione non possono accadere che in quanto una copia di sangue pari a quella di cui ogni sistole del cuore determina la propulsione, scorre nelle vene durante l' intervallo di tempo compreso tra questa sistole e l' altra che vi tien dietro immediatamente. I fatti riportati precedentemente (§. 704, I) appoggiano in parte questa teorica, ma più ancora quelli che saranno or ora citati (§. 722). D' altronde, Hales ne diede la dimostrazione mediante la seguente esperienza. Trovò egli che la pressione alla quale è soggetto il sangue nelle arterie (§. 726), pareggia, nel cane, quella di una colonna di acqua alta quattro piedi e mezzo ; ora, ogni volta che esso introduceva nella estremità superiore della carotide di un cane un tubo di vetro alto quattro piedi e mezzo e tenuto continuamente pieno di acqua calda per guisa che questo liquido fosse spinto dal lato della testa, l' acqua ritornava mescolata col sangue, per la vena giugulare. Così una pressione, eguale a quella che il sangue comporta nelle arterie, bastava

(1) *Loc. cit.*, *p.* 210.
(2) *Isis*, 1824, *p.* 282.

per farlo passare nelle vene attraverso i vasi capillari, e mantenervi la sua progressione.

3. Azione del cuore sopra le vene.

§. 722. Il corso del sangue nelle vene dipende, per un lato dall'urto impresso durante la sistole del cuore, e dall'altro dall'aspirazione che accompagna la diastole di quest' organo.

I. Siccome il sangue affluisce continuamente dai vasi capillari, il sangue contenuto nelle vene deve essere spinto verso il cuore mediante la pressione che esercitano sopra di esso le nuove porzioni di liquido *(vis a tergo)*. Ove si obbiettasse che la forza del cuore è insufficiente, attesochè lo sfregamento del liquido contro le arterie, la sinuosità di questi vasi, e la diminuzione della massa del sangue pel fatto della nutrizione, l' indeboliscono (1), ritorneremmo alle discussioni nelle quali siamo altrove entrati (§. 694, 3.°) e risponderemmo inoltre coi fatti seguenti :

1.° Spallanzani (2) vide che, quando i battiti del cuore si sospendevano, per ripigliare più tardi, la circolazione eziandio fermavasi, poi ricominciava nelle vene, e che la cessazione accadeva più presto ed il ripigliamento più tardi che nelle arterie.

2.° Una grossa vena del mesenterio, che Haller (3) aveva legata sopra una capra, cessò sull' istante di cacciare il sangue verso il tronco della vena porta, perciò che questo liquido non riceveva più la impulsione del cuore. Magendie (4) legò l' arteria crurale di un cane e vi praticò una piccola apertura sopra dell'allacciatura, vale dire dal lato delle sue radici; il sangue non zampillava se non in quanto esso fluiva nell'arteria crurale, o che questa legata essa pure, ne conteneva per anco, ma si fermava dacchè l' arteria era vuota, sebbene la vena racchiudesse peranco sangue nel suo tragitto. Cross osservò lo stesso fenomeno (5).

3.° Spallanzani (6) vide, nelle salamandre, nelle rane arboree e nei girini delle rane, il corso del sangue venoso accelerarsi ad ogni sistole del cuore e rallentarsi ad ogni diastole. Siffatta osservazione fu eseguita eziandio da Doellinger (7), sopra embrioni di pesci, in cui il movimento

(1) *Merk, Ueber die thierische Bewegung, p.* 89.
(2) *Loc. cit., p.* 264.
(3) *Opera minora, t. I, p.* 89.
(4) *Giornale di fisiologia, t. I, p.* 110.
(5) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1829, *t. IV, p.* 59.
(6) *Loc. cit., p.* 253.
(7) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen, t. VII, p.* 217.

saltellante del sangue nella vena cava era sempre isocrono col polso delle arterie. Riscontrò egualmente Wedemeyer (1), in alcuni animali adulti, che certe piccole vene presentavano talvolta, massime quando la circolazione era debole, un acceleramento saltellante del movimento propulsivo del sangue, corrispondente alla sistole del cuore. Steinbuch (2), Beyer (3), Sundelin (4) e Davis (5), incontrarono alcuni malati nei quali tutte le vene superficiali eseguivano, in modo sensibile alla vista ed al tatto, alcuni battiti isocroni a quelli delle arterie. Beyer attribuiva siffatte pulsazioni all' essere la circolazione angustiata nell' aorta, per cui il ventricolo polmonare aveva rigettata una parte del proprio sangue nel sistema delle vene cave. Ma, evidentemente, la scossa saltellante del sangue si propagava dalle arterie nelle vene attraverso i vasi capillari, giacchè non s' intese mai parlare di un riflusso, il quale si estenda fin alle ramificazioni delicate del sistema delle vene cave, e le valvole lo rendono impossibile. Nel caso narrato da Steinbuch, le ramificazioni battevano con più forza dei rami, ed in quello di cui parla Beyer, la pulsazione era tanto considerabile, che faceva alternativamente escire e rientrare la lingua e gli occhi. Finalmente, allorquando Davis comprimeva un' arteria, questo battito cessava nella vena corrispondente, e dacchè esso appoggiava sopra una vena, la pulsazione scompariva tra il punto compresso ed il cuore. Il fenomeno non procedeva già da anomalie meccaniche, giacchè coll'apertura dei cadaveri, non se ne scopriva veruno, ned osservossi specialmente veruna connessione anormale tra le arterie e le vene. La pulsazione non era continua neppure nel caso citato da Steinbuch, persistette soltanto tre giorni, durante uno stato febbrile, il quale riconosceva per causa una febbre intermittente non isviluppata, e non ricomparve dacchè questa fu precisamente evidente, come neppur dopo la guarigione. Nel caso descritto da Beyer essa durò cinque giorni, poi cessò per quattro, indi riprese e non si fermò più fin al quinto giorno, che fu quello della morte. Solo nel malato di Saudelin la si vide accompagnata da palpitazioni del cuore e da oppressione di respiro, giacchè negli altri casi, i battiti del cuore e la respirazione non si allontanavano dallo stato normale. Bisogna quindi che la trasmissione dell' urto delle arterie alle vene sia stato reso possibile da un mutamento particolare dell' attività vivente dei vasi capillari, in particolare, come ammette

(1) *Untersuchungen*, *p.* 216.
(2) *Hufeland*, *Journal der praktischen Heilkunde*, 1815, *fasc. III*, *p.* 9.
(3) *Ivi*, 1824, *fasc. supplimento*, *p.* 14.
(4) *Horn*, *Neues Archiv*, 1822, *t. II*, *p.* 11.
(5) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1828, *t. I*, *p.* 48.

Steinbuch, dalla dilatazione straordinaria di questi vasi; ma la causa dalla quale procedeva siffatto cambiamento rimane enimmatica. Forse eravi sincronismo compiuto della diastole dell'orecchietta destra e della sistole del ventricolo sinistro, sicchè l' aspirazione (II) e la impulsione agivano esattamente nello stesso istante sul sangue venoso.

II. Allorquando le orecchiette si empiono di nuovo, dopo essersi vuotate, effettuasi in esse un vuoto, nel quale deve affluire il sangue che contengono le vene, dappoichè esso non trova già colà resistenza, mentre nelle vene, è assoggettato alla pressione dell'atmosfera. Questa forza aspirante del cuore era in addietro conosciuta, e fu discussa da Wildegans (1). Fra i moderni coloro che specialmente valutaronla sono Carson (2), Schubarth (3) e Zugenbuhler. La sua possibilità posa sopra le seguenti disposizioni meccaniche (4.°—6.°).

4.° La diastole accade prima che il cuore sia disteso dal sangue. Anche sul cuore morto, trovansi le cavità vuote della sua metà sinistra distese, mentre che le pareti della metà destra sono avvizzite e ravvicinate. Però, durante la vita, l' ampliazione è molto più considerabile in ragione della turgescenza.

5.° Non si può succhiare un liquido attraverso di canali flessibili e facili a comprimersi; mentre, dacchè vi si forma un vuoto immediatamente sotto lo stantuffo, la pressione dell' atmosfera ravvicina talmente le loro pareti che il liquido posto al disotto trovasi imprigionato. Ecco perchè Arnott (4) ed altri pretesero che il cuore non può esercitare azione aspirante sul sangue contenuto nelle vene. È vero che i rami venosi non si prestano sul cadavere a siffatta aspirazione; allorquando, volendo praticare fine injezioni, cercava attrarre il sangue dai vasi capillari mediante una sciringa agente per la vena di un membro, la parte della vena in contatto colla sciringa ostruivasi tanto bene al primo colpo dello stantuffo che non poteva più escire veruna goccia di sangue. Wedemeyer provò lo stesso effetto sulla vena crurale; ma allorquando egli operava sulla vena cava inferiore e sopra il tronco della giugulare, la esperienza riesciva meglio (5). Infatti, i tronchi venosi sono mantenuti aperti mediante le loro connessioni colle parti vicine, come lo provò fra gli altri Berard (6); per

(1) *Oesterreicher, Versuch einer Darstellung der Lehre vom Kreislaufe, p.* 153.
(2) *An inquiry inte the causes of the motion of the blood, p.* 148.
(3) *Poggendorff, Annalen der Physik, t. LVII, p.* 5.
(4) *Elemente der Physik, t. I, p.* 477.
(5) *Meckel, Archiv fuer Anatomie,* 1828, *p.* 359.
(6) *Archivi generali, t. XXII, p.* 170.

tal guisa la vena cava superiore si attiene al pericardio, la inferiore al centro tendinoso del diaframma, la succlavia, l' ascellare e l' ipogastrica alle aponeurosi vicine, i seni cerebrali alla dura madre, le vene degli ossi al periostio, le vene epatiche alla sostanza del fegato. Inoltre l' avvizzimento e l' occlusione delle vene sono impossibili finchè il sangue forma nei tronchi, ove non vi esistono valvole, una colonna continua, la quale si avanza nel momento stesso in cui producesi un vuoto nel cuore.

6.° L' orificio dei tronchi venosi è sprovveduto di valvole le quali possano opporsi al reflusso del sangue, e sebbene se ne trovino in molti rettili, uccelli e mammiferi, pure non potrebbero alterare la forza aspirante del cuore, dappoichè esse devono essere respinte nella sua cavità quando esso si vuota.

Ma eccoci alle prove immediate di siffatta aspirazione. Siccome le nostre ricerche versano soltanto sulla circolazione dell' uomo e degli animali vertebrati, così non avremo riguardo alle osservazioni di Strauss, dalle quali risulta che, nello scarafaggio ercole, e probabilmente eziandio in molti altri insetti, il vaso dorsale, dopo avere spinto il sangue al dinanzi, mediante la sua contrazione, altro ne attrae dalla cavità del corpo mediante aperture laterali, disposizione che sola rende la circolazione possibile in questi animali.

7.° Reichel (1) vide sopra rane, che quando i battiti del cuore eransi fermati e si rianimavano eccitando l' animale, i globetti del sangue progredivano nei vasi capillari in conseguenza della impulsione che le arterie loro comunicavano, ma che nelle vene, il movimento ricominciava dai tronchi, era determinato in conseguenza dalla forza aspirante del cuore, e solo più tardi manifestavasi nei rami.

8.° L' aria penetra con grande facilità nel cuore per un'apertura fatta ad un tronco venoso. Narra Magendie un caso di lesione della vena giugulare, nel quale legossi la estremità superiore per fermare la emorragia, ma senza toccare la inferiore; dopo la morte, che avvenne subitamente, trovossi aria nel cuore.

9.° Quando si praticano vivisezioni, scorgesi il sangue fluire con maggior rapidità nei tronchi venosi, durante la diastole delle orecchiette, e muoversi con più lentezza, fermarsi o refluire, durante la loro sistole (2). Ecco quanto osservò Spallanzani sopra le salamandre (3); il sangue

(1) *De sanguine ejusque motu experimenta*, *p.* 10.
(2) *Oesterreicher*, *Darstellung*, *p.* 137, 155.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 135, 199.

giungeva al cuore a saltelli; durante la diastole dell'orecchietta, fluiva più rapidamente, e la vena cava era rinserrata. Vide G. Muller lo stesso fenomeno nella vena cava e nelle vene epatiche delle larve di salamandre (1). Riconobbe egualmente Doellinger, sopra embrioni di gallina, che il sangue fluiva più prestamente nei tronchi venosi durante la diastole delle orecchiette, che vi si fermava durante la sistole di queste ultime, e che non continuava allora a recarsi al dinanzi che nelle radici delicate delle vene (2); comprovò altresì Baer (§. 399, 9.°) l'azione aspirante del cuore nell'embrione del pulcino. Wedemeyer vide (3) in animali a sangue caldo adulto, le vene cave avvizzirsi e vuotarsi più rapidamente durante la diastole delle orecchiette, tumefarsi, all' opposto, e divenir piene di sangue, durante la sistole; quindi attribuisce egli la vacuità delle arterie nei cadaveri al sopravvivere le orecchiette ai ventricoli, sicchè prima della morte il sangue rimane più alla lunga in movimento nelle vene che nelle arterie.

10.° Finalmente osservò talvolta Coudret, salassando individui pletorici e muscolosi, che il sangue usciva dalla vena a saltelli aventi lo stesso ritmo del battito del cuore, ma non però del polso arterioso; questi saltelli succedevano al battito delle arterie, e quindi coincidevano colla diastole del cuore. Le condizioni del fenomeno erano che il cuore battesse con molta forza, che la vena rigurgitasse di sangue, e che la ferita fosse piccola (4). Segalas ed alcuni altri medici lo riscontrarono egualmente (5). Coudret l'attribuisce alla sistole delle arterie, locchè non possiamo ammettere, stante quanto si sa intorno alla forma che assume l' azione di questi vasi (§. 735).

4. Azione del cuore in generale.

§. 723. Per tal guisa il cuore è una tromba premente ed aspirante, che può compiere la circolazione intiera. Le due forze sono distribuite in ispazii differenti dell' organo, acciocchè la circolazione segua sempre la stessa direzione, e noi troviamo colà la ragione meccanica della separazione del cuore (§. 707), in orecchiette che attraggono il sangue mediante la loro diastole, ed in ventricoli, che lo scacciano mediante la loro sistole; giacchè se il cuore non era che una cavità semplice, assorbirebbe e

(1) *Meckel, Archiv fuer Anatomie,* 1829, *p.* 186.
(2) *Denkschriften, t. VII, p.* 217.
(3) *Untersuchungen, p.* 48, 307.
(4) *Giornale complementario, t. XXXV, p.* 330-340.
(5) *Ivi, t. XXXVI, p.* 71.

rigetterebbe dai due lati, sicchè produrrebbe piuttosto una fluttuazione che una circolazione del sangue. Ma le due forze si prestano mutuamente appoggio, e danno per resultato comune la circolazione. La pressione che i ventricoli esercitano sul sangue nelle arterie, deve stendersi a tutta la sua massa ed anche, siccome questa non può sottrarsi allo sforzo continuo della *vis a tergo*, spingere al cuore le ultime porzioni del liquido contenuto nei tronchi venosi. Medesimamente pure la forza aspirante deve estendere la sua influenza sul sistema intiero, giacchè, allorquando una porzione di sangue è assorbita dal cuore, quella che viene immediatamente dopo deve penetrare nel vuoto da ciò risultante, produrre essa stessa un vuoto, e così di seguito, finchè il tronco arterioso assorbe il sangue dal cuore. Ora la sistole dei ventricoli ed il principio della diastole delle orecchiette sono simultanee; il sangue è adunque sollecitato ad un tempo mediante la pressione e l'aspirazione. Ma il rapporto fra questi due tempi può non essere lo stesso in diverse epoche ed in differenti spazii; quindi le vene battono ora colle arterie perchè la forza espulsiva predomina (§. 722, 3.°), ora alternativamente con esse, pel motivo che la forza aspirante predomina (§. 722, 10.°), e la spinta partita dalle arterie caccia il sangue per la vena porta nel fegato (§. 722, 2.°), mentre che l'aspirazione partente dalla vena cava lo riconduce da quest' organo per le vene epatiche. Ma ci deve bastare di riconoscere in generale la efficacia delle due forze e la possibilità che variano i loro mutui rapporti; giacchè per fissare la loro proporzione mediante il calcolo, converrebbe distruggere il carattere variabile della vita, ed analizzare l' armonia delle sue diverse forze, di maniera che invece dell' organismo non avremmo più che un semplice automato.

B. *Circostanze meccaniche del corso del sangue.*

§. 724. Deve accadere la stessa restrizione, se consideriamo le circostanze puramente meccaniche della circolazione. Siffatte circostanze devono necessariamente influire, e colui che le nega, perchè vorrebbe fare dell' organismo un tessuto di puro etere, ignora il meraviglioso della vita, che si manifesta fin nel suo lato più materiale, dappoichè il meccanismo in cui essa si realizza, non le viene già dall'esterno, ma è creato da sè stessa.

1. Resistenze.

Sonvi adunque alcune particolarità, le quali fanno incontrare alla forza del cuore certa resistenza, ed invano pretenderebbesi negarle allegando che il sangue formi una corrente continua, giacchè un fiume, che rappresenti pure una corrente continua, scorre ora più rapidamente ed ora con maggior lentezza, secondo la disposizione del suo letto. Ma qui evvi tale armonia tra la forza e gli ostacoli, che il sangue percorre agevolmente la sua carriera. Se questa vista non bastasse, ove si volesse, per essere esatto, valutare i movimenti e le forze in secondi, linee e grani, si si porrebbe ad una impresa impraticabile ed inutile; impraticabile, perchè non potrebbesi far entrare nel computo tutte le circostanze il cui concorso influisce sopra la vita; inutile, pel motivo che le variazioni continue della vita non permettono dare a tali calcoli un carattere di verità generale.

Le circostanze meccaniche che dobbiamo qui considerare, sono, da un lato, la forza motrice del cuore (§. 730), dall' altro, le forze che gli resistono, cioè, il sangue, o la massa da porsi in movimento (§. 729) ed i vasi, o gli spazii nei quali il liquido si muove.

a. *Resistenza dei vasi.*

Le resistenze che si riferiscono ai vasi nascono o dai rapporti tra le pareti ed il sangue, adesione (§. 725) e compressione (§. 726), o da particolarità unicamente relative allo spazio, al volume (§. 727) ed alla direzione (§. 728) di siffatti condotti.

§. 725. I vasi sono le pareti della corrente sanguigna, formate da questa stessa corrente, sicchè esse le corrispondono perfettamente, e riuniscono le condizioni necessarie al suo scorrimento, vale dire, sono lisce e sdruccevoli. Ma siccome, ovunque, ciò che vive impone a sè stesso alcuni limiti mediante le sue produzioni, così pure il vaso diventa un limite in cui il sangue entra in conflitto. Fra l'uno e l'altro regna certa affinità adesiva; la forza del cuore deve vincere quest' adesione, e più la superficie dei vasi è estesa, comparativamente alla massa del sangue, più altresì deve perdersi della forza del cuore per vincere siffatta resistenza, e maggiormente diminuita deve essere la celerità del corso del sangue.

1.° La corrente altresì è più rapida nell'asse di un vaso che lungo le

sue pareti. Si può, secondo Haller (1), Spallanzani (2), Soemmerring (3) e Wedemeyer (4) convincersene mediante i movimenti dei globetti. D'onde avviene succedere talvolta, quando il sangue cammina con lentezza, che si deponga un grumo sopra le pareti, e che esso stesso non conservi più che una stretta gronda corrispondente all' asse. Per tal guisa, sebbene, come dice Prochaska (5), il sangue cammini paralellamente alle pareti, come un macinello sulla pietra da tritare, ciò non è argomento che abbatta la teorica di cui parlammo.

2. È la massa del sangue che predomina nei tronchi e la superficie del vaso nelle ramificazioni. La proporzione dei globetti situati alla superficie della colonna sanguigna ed a contatto colla parete vascolare, e quelli che occupano il mezzo della corrente, è tanto maggiore, in confronto dei primi, quanto più stretto è il vaso, o più sottile la colonna del sangue; in conseguenza l' adesione deve essere più debole e la corrente più forte nei tronchi che nei rami. La osservazione immediata comprova il fatto (§§. 711, 3.°; 712, 2.°). Quindi gli aneurismi sono più comuni nei tronchi che nei rami; quindi il sangue fluisce con maggior lentezza dalle arterie di piccolo calibro, e via parlando.

3.° Quanto risulta vero del diametro trasversale dei vasi, lo è egualmente del loro diametro longitudinale. Più la corrente sanguigna è lunga, maggiormente essa si allontana dal cuore, e più deve perdere di sua forza motrice, più per conseguenza essa deve divenire lenta. Le arterie coronarie del cuore sono quelle in cui il sangue percorre la più breve carriera, vengono poscia i polmoni. La carriera più lunga che percorre il sangue è quella degli arti, massime inferiori. Per tal guisa, quando scema la forza dei battiti del cuore, la circolazione si affievolisce dapprima nelle membra pelviche, e non si sente già più il polso radiale in un moribondo, che le arterie battono ancora nel tronco, nell' inguine ed al collo. La circolazione è incomparabilmente più lenta nella vena porta che nei vasi polmonari (§. 716, 5.°) pel motivo che la prima si trova fra le lunghe arterie mesenteriche e le vene epatiche, in conseguenza a maggior distanza dal cuore. La lentezza deve crescere massime quando il vaso è ad un tempo lungo e molto stretto, particolarità la quale si osserva nelle arterie

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 193.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 192, 27.
(3) *Gefaesslehre*, *p.* 128.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 196.
(5) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 45.

spermatiche, che, sotto tale aspetto, formano un contrasto dei più spiccanti colle arterie renali.

4.° Nei vasi capillari, quelli specialmente che conducono soltanto una serie di globetti, l' adesione, che assume qui il nome di forza capillare, e la resistenza all'urto del cuore, devono essere più forti che ovunque altrove. La capacità più considerabile del sistema capillare considerato nel suo complesso, ma principalmente l'adesione maggiore delle colonne di sangue, che sono esse stesse più sottili, rendono la corrente più lenta in tale sistema, e fanno che la sistole del cuore non l'acceleri già (§. 714, I). Vide Keil sei parti del sangue fluire dalla vena crurale tagliata per traverso, e l'arteria, tagliata pure trasversalmente, darne quindici parti, d'onde concluse che, durante il suo passaggio attraverso i vasi capillari, il liquido aveva perduto i nove quindicesimi di sua velocità pel fatto dell' adesione. Ora, è questa resistenza dei vasi capillari che diventa, propriamente parlando, la sorgente del polso arterioso. L' arteria non può essere posta in movimento che quando il sangue trova un ostacolo la cui presenza non permette che al momento stesso in cui una quantità qualunque di liquido esce dal cuore, ne passi una eguale nei vasi capillari. Troviamo già la conferma di questo teorema nell' accrescimento d' intensità che soffre il polso allorquando le arterie sono compresse, come, ad esempio, quando le membra sono fortemente piegate od alcuni organi cavi contratti sopra sè stessi ; l' allungamento delle arterie durante i battiti del cuore scorgesi specialmente dopo che esse furono legate (1). Ma il polso diventa altresì più sensibile ogni volta che il sangue attraversi con istento i vasi capillari ; trovansi questi ultimi impermeabili, per esempio, nelle infiammazioni. Spallanzani (2) non potè vedere un movimento saltellante del sangue, nell' arteria polmonare della salamandra, se non un' ora dopo l' apertura del petto ; il quale effetto poteva procedere, dall'aver accresciuto la pressione dell' aria atmosferica l' ostacolo nei vasi capillari del polmone, o dall' avere il cuore perduto di sua forza. Quest' ultima circostanza è effettivamente capace di produrre egual risultato, giacchè le osservazioni di Spallanzani (3) e di Wedemeyer comprovarono che la manifestazione della debolezza influisce sopra la circolazione fin allora continua dei vasi capillari, che essa la rende dapprima remittente, vale dire simile a quella dei rami arteriosi, o, ciò che torna lo stesso, più lenta durante la diastole

(1) *Trevirano, Biologie, t. IV, p.* 256.
(2) *Loc. cit., p.* 142.
(3) *Ivi, p.* 160, 242.

del cuore, e che, quando la debolezza progredisce, questa stessa circolazione diviene intermittente, come nei tronchi arteriosi, vale dire che essa si ferma durante la diastole.

§. 726. Il sangue ed il suo vaso sono, uno rapporto all'altro, in certo stato di tensione, che alla morte non esiste più, giacchè, durante la vita, la espansione del sangue (§. 693) e la turgescenza del vaso (§. 762) sono più considerabili. Così, ad esempio, un' arteria vivente produce la sensazione di un cordone renitente, teso, sodo, e che cede soltanto a forte pressione, massime quando essa sia libera da ogni lato, eccettuato un solo, come nella faccia interna della ganascia del cavallo. Il sangue fa uno sforzo per distendere il vaso ; allorquando un ostacolo qualunque rende il suo scolo difficile od impossibile, e l' obbliga, per conseguenza, ad accumularsi, il vaso diventa sede di gonfiamento visibile e permanente ; ecco quanto accade, verbigrazia, dopo una legatura (1) o quando il sangue stagna nei rami (2) o qualora esso duri fatica a penetrare nei vasi capillari, come quelli dell' arteria polmonare sopra un polmone che rimase per alcun tempo esposto all' aria e che dappoi ammette men sangue nel suo interno (3). Ma i vasi hanno certa elasticità, per la cui virtù esercitano una pressione sul sangue, di maniera che dopo essere stati distesi ritornano sopra sè stessi, e restituiscono così alla forza impulsiva che il sangue ricevette dal cuore, quanto la distensione delle pareti avevagli fatto perdere.

1.° Quando un vaso è ferito, la pressione non accade più nel sito danneggiato, e quella che continua ad agire nel resto del sistema vascolare, deve spingere il sangue con violenza verso la ferita, sicchè il movimento del liquido accelerasi nei vasi che normalmente lo conducono nel sito malato, e diviene retrogrado in quelli che ne lo allontanano. Il sangue affluisce da tutti i lati verso la ferita ; quando un' arteria od una vena fu tagliata per traverso, scorre dalle due estremità, e rifluisce dalla estremità superiore della vena, tanto lungi quanto lo permettono le valvole (4) ; eccidendo il cuore, la circolazione si accelera nelle vene e diventa retrograda nelle arterie (5) ; dopo l'apertura di una vena mesenterica, il sangue fluisce tanto bene dall' intestino che dal fegato (6) ; allorquando trovasi aperta l' aorta, esso rifluisce eziandio dai vasi capillari (7). Solo poco a

(1) *Spallanzani*, *loc. cit.*, *p.* 346.
(2) *Ivi*, *p.* 350.
(3) *Ivi*, *p.* 362.
(4) *Ivi*, *p.* 312.
(5) *Ivi*, *p.* 337.
(6) *Haller*, *Opera minora*, *t. I*, *p.* 99.
(7) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1828, *t. IV*, *p.* 171.

poco scorgesi affievolirsi questo movimento retrogrado. Il sangue corre più rapidemente nei vasi che lo condncono alla ferita, sicchè, eziandio quando era desso dapprima stagnante o già inspissito, rientra di nuovo in movimento (1); la circolazione si anima altresì nei vasi vicini (2); dopo l' apertura di una vena, essa diviene più viva fin nell' arteria corrispondente (3). Basta una emorragia eziandio per attivare la circolazione divenuta languente, e per farla entrare in azione se erasi fermata; giacchè, ad esempio, i vecchi cavalli che ebbero il colpo di morte nei vasi del collo, riprendono vivacità, rinascono in certa guisa a nuova vita, ed eseguiscono movimenti considerabilissimi tanto per la loro prestezza come per la loro energia. Una emorragia provocata, può adunque servire a titolo di derivativo, come il salasso dal braccio nella emotisi, o le sanguisughe nelle infiammazioni degli organi interni; può dessa tornar utile eziandio all' oggetto di ricondurre il sangue verso una parte, e ristabilire una emorragia salutare che erasi soppressa, per rianimare la vita generale, come nel caso di asfissia.

2.° Allorquando scema la elasticità, il sangue affluisce in maggior copia, distende il vaso, cola più lentamente o si ferma. L' arteria mesenterica da cui Haller (4) aveva tolta la guaina cellulosa, si gonfiava in sacco aneurismatico, entro cui il sangue non faceva più che fluttuare, senza poter scorrerne. Siffatte dilatazioni e queste stasi avvengono in diverse forme dell' atonia, nello scorbuto, nelle infiammazioni croniche e nelle ulceri fungose, nei polmoni in conseguenza di malattie che costrinsero starsene in letto per molto tempo, dopo le infiammazioni, dopo la sezione dei nervi del paio vago, e simili.

3.° Le vene hanno pareti più deboli, più suscettibili di cedere, e men facili a lacerarsi; quindi si trovano talvolta, nelle varici, tre in cinque volte più voluminose che nello stato normale; quindi il sangue vi corre più lentamente che nelle arterie, e siccome queste gli fanno comportare più forte pressione, siffatta circostanza contribuisce a favorire il suo passaggio nelle vene.

4.° A misura che i tronchi si ramificano, la parete si assottiglia, la pressione per conseguenza scema, e la circolazione diventa più lenta; la grossezza relativa della parete, o la proporzione fra essa ed il lume del

(1) *Haller, loc. cit., t. I, p.* 99, 213.
(2) *Spallanzani, loc. cit., p.* 373, 376.
(3) *Haller, loc. cit., t. I, p.* 114, 217.
(4) *Ivi, t. I,* 85.

vaso, può essere maggiore nei rami che nei tronchi, senza apportare il minimo cambiamento a siffatta circostanza; giacchè, se il sangue forma una colonna non interrotta, la quale, per tutti i punti di sua superficie, esercita una pressione uniforme sulla parete, non si tratta neppure che della forza assoluta della parete, la quale resiste a tale pressione.

5.° Allorquando apresi un' arteria sopra un animale vivente, e si assoggetti un tubo perpendicolare alla estremità rivolta verso il cuore, il sangue sfuggendo alla pressione che soffre nell' interno del sistema arterioso, penetra nel tubo, e vi ascende fino a che il peso della colonna che vi forma eguaglia la pressione che accade nell' interno delle arterie. Ma siffatta pressione deve essere ovunque la stessa, ed infatti, Poiseuille trovò che il sangue giungeva alla stessa elevazione nel tubo, qualunque fosse l' arteria alla quale avevasi applicato quest' ultimo (1). Tentò Hales di misurare altresì la pressione che il sangue soffre nel sistema arterioso, e riconobbe che il sangue dell' arteria di un cavallo ascendeva nel tubo, da otto piedi fin a nove e mezzo, quello di un agnello di sei piedi e mezzo, quello di un daino di oltre quattro piedi, quello di un cane di quattro piedi e mezzo; ad ogni battito del cuore il sangue innalzavasi vieppiù, e la sua altezza aumentava da uno a tre pollici nel cavallo. Il sangue della vena giugulare di un cavallo ascese a dodici pollici, quello di un agnello a cinque pollici e mezzo, l' altro di un cane, da quattro fin sette pollici; la pressione del sistema venoso era dunque a quella del sistema arterioso nella proporzione di circa 1 : 10. Tale differenza proviene in parte dal trovare il corso del sangue arterioso maggior resistenza nei vasi capillari, e rinvenirne meno nel cuore quello del sangue venoso; allorquando la entrata del sangue venoso nel cuore era resa difficile dai movimenti dell' animale o da altre circostanze, questo liquido ascendeva più alto nel tubo, e se una legatura impediva totalmente il suo passaggio, esso elevavasi quasi alla stessa altezza del sangue arterioso.

Si valse Poiseuille, per misure analoghe, di un apparato particolare (emo-dinamometro), nel quale il sangue era posto a contatto col carbonato di soda, per impedire che esso non si coagulasse, e che gli permetteva pesare dal basso in alto sopra una colonna di mercurio. In tal guisa, trovò egli che la colonna mercuriale alla quale il sangue arterioso faceva equilibrio era di cento cinquanta ed un millimetri nel cane, di 159 nei cavalli e di 161 nelle bestie bovine, locchè equivale a colonne di acqua di sei piedi e mezzo, sei piedi ed otto pollici, e sei piedi nove pollici.

(1) *Repertorio generale d' anatomia, t. VI, p.* 70.

6.° I differenti organi sono in uno stato di tensione gli uni riguardo agli altri, sicchè i vasi, specialmente le vene, sono compresse dalle parti vicine, la qual cosa favorisce la circolazione. Per tal guisa il corso del sangue si rallenta notabilmente nelle vene del basso ventre, dopo l'apertura della cavità addominale; scorgonsi specialmente le vene mesenteriche gonfiarsi e divenire varicose (1). D' onde avviene tuttavia che una compressione esercitata sulla pelle può attivare la circolazione; giacchè allorquando quest' ultima è rallentata per l' atonia del sistema cutaneo, la si accelera mediante fasciature, locchè rende l' applicazione di una fascia ruotolata utile nei casi di ulceri atoniche e di varici. Nelle contusioni, le parti sono rilassate, ed il sangue vi si accumula fino a che l' equilibrio della tensione contro la pressione che si esercita nel resto del sistema vascolare sia ristabilito dalla sua massa; ma se esercitasi una compressione pronta e sostenuta sulla parte che venne contusa, si previene l' accumulamento del sangue e la formazione del tumore che ne sarebbe il resultato.

7.° Il movimento degli organi, particolarmente del canal intestinale e dei polmoni, o dei muscoli soggetti allo impero della volontà (§. 773), come quelli dell' addomine ed il diaframma, deve accrescere la pressione sulle vene e quindi accelerare il corso del sangue nel loro interno; le vene cutanee sembrano avere pareti più forti delle vene profonde, precisamente per ciò che esse sono meno soggette alla influenza dei movimenti muscolari; però non vi sono già affatto sottratte, e da ciò avviene, per esempio, che, nel salasso del braccio, il sangue fluisca per un getto più forte quando la persona muova la mano, o tenga qualche cosa fra le dita, perciò che allora i muscoli dell' antibraccio si contraggono in modo intermittente o sostenuto.

Difficilmente possono le arterie agire dall'esterno sopra le vene mediante le loro pulsazioni, giacchè solo i tronchi ed i grossi rami si muovono, ed essi non toccano già quelli delle vene. Osservando una vena mesenterica che passava sopra un' arteria, non fu dato allo Spallanzani (2) scorgere verun cambiamento della circolazione prodotto dalle pulsazioni arteriose.

8.° La pressione dell' atmosfera, che sulla superficie del corpo umano è valutata a quindici o sedici piedi quadrati, pareggia, all' altezza di duecento piedi sopra il livello del mare, un peso di trenta in trentasei mille

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 89, 232.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 150.

libbre, mantiene le disposizioni meccaniche dell'organismo nel loro stato normale, e concorre specialmente a favorire la circolazione, ristringendo l'afflusso del sangue verso la superficie. Quando si sottrae una parte del corpo a tale pressione, mediante l'applicazione di una ventosa secca, essa gonfiasi, arrossa, e diviene ingorgata di sangue. Niuna cosa prova meglio come la sottrazione della pressione atmosferica limiti il movimento del sangue verso il cuore, quanto la scoperta fatta da Barry (1) e comprovata dalle numerose esperienze di Kupfer (2), del potere che hanno le ventose d'impedire ai veleni portati in una ferita di esercitare la loro azione deleteria. Si osservò talvolta sopra le alte montagne, ove l'aria è assai rarefatta, alcuni accidenti cagionati da congestioni verso diversi organi. Le osservazioni di Roulin (3) non c'insegnarono nulla di positivo sopra l'accrescimento della frequenza del polso a grandi altezze, ma, secondo Parrot, tale frequenza, che è di settanta pulsazioni per minuto al livello del mare, diventa di settantacinque a mille metri, di ottantadue a 1500 metri, di novanta a 2000, di novantacinque a 2500, di cento a 3000, di centocinque a 3500, e di centodieci a 4000 (4).

§. 727. Il tempo che il sangue impiega nel fare la sua rivoluzione sta in ragione inversa dello spazio cui deve percorrere; in conseguenza altresì l'ampiezza dei vasi sta in ragione inversa della velocità della circolazione.

1.° Il sangue cammina con lentezza in un aneurisma, e se il tumore è voluminoso, esso quasi non batte, o spinge tanto poco sangue, che il polso delle parti situate al disotto risulta debole e piccolo, sicchè l'arto impallidisce, diventa freddo, avvizzito e debole. Nelle vivisezioni, Haller (5), Spallanzani (6) e Wedemeyer (7) rinvennero spesso i vasi con dilatazioni, ove il sangue scorreva con lentezza, ma all'uscire dei quali esso ripigliava la sua velocità precedente. Vide egualmente Spallanzani la circolazione camminare più prestamente in qualunque punto accidentalmente ristretto di un vaso, di preferenza che al disopra ed al disotto (8).

(1) *Archivii generali, t. IX, p.* 131.

(2) *Commentatio de vi quam aer pondere suo et in motum sanguinis et in absorptionem exercet, Lipsia*, 1828, *in* 8.°.

(3) *Giornale di Magendie, t. VI, p.* 1-13.

(4) *Froriep, Notizen, t. X, p.* 216.

(5) *Opera minora, t. I, p.* 88, 194.

(6) *Loc. cit., p.* 144.

(7) *Loc. cit., p.* 198.

(8) *Loc. cit., p.* 155, 258.

Quando si pratica un salasso, la fascia con cui circondasi il membro ristringe le vene cutanee, e quella che pungesi dà allora un getto di sangue, mentre che se non si applicasse laccio, questo liquido non fluirebbe che a fiotti. Allorquando Wedemeyer vuotava molti vasi capillari, esercitando una compressione sopra di essi (1), questa limitazione apportata allo sviluppo delle correnti rendeva le altre tanto più rapide. Provò Bichat (2) colle sue esperienze, che la circolazione negli organi cavi non è favorita dalla loro distensione, anzi questo stato sembrava eziandio rallentarla; almeno spallanzani (3) osservò che, durante la diastole delle arterie, il sangue fermavasi nelle vene disseminate framezzo alle loro pareti, e che esso fluiva con celerità durante la loro diastole.

2.° Le vene sono più numerose delle arterie, massime in tutti gli organi della vita animale (cervello e midolla spinale, cranio e colonna vertebrale, membri e pelle) e nei visceri del bacino (retto, organi genitali ed orinarii). Hanno desse altresì un diametro, il quale sorpassa il loro. Tale differenza si appalesa fin nei vasi capillari, ove i due sistemi stanno in comunicazione immediata l' uno coll'altro. Doellinger (4) trovò le piccole correnti arteriose meno numerose, più sottili, meglio limitate, più dendritiche; le vene, all' opposto, più numerose, più larghe, men esattamente precise e più reticolari. Torna difficile determinare esattamente la proporzione della capacità dei due sistemi, atteso che essa cambia molto durante la vita e varia pure in ragione del genere di morte, imperocchè la si trovò più grande dopo un' apoplessia, e meno considerabile in seguito ad una emorragia mortale, atteso che finalmente dopo la morte le arterie si ristringono vieppiù e le vene si dilatano maggiormente, per effetto delle injezioni, che durante la vita e nello stato normale, ove si trovano ordinariamente piuttosto floscie che resistenti. Quando adunque si ammetta che il rapporto del sistema arterioso al sistema venoso avuto riguardo alla capacità, è di 1 : 4, o di 1 : 2,25 (4 : 9) o di 1 : 1,66 (3 : 5), sono queste valutazioni approssimative, di cui soltanto la ultima sembra allontanarsi meno delle altre dalla verità. Però, siccome ogni liquido qualunque fluisce più rapidamente in uno spazio rinserrato che in altro ove trova maggior luogo per estendersi, si può altresì supporre una corrente più rapida nelle arterie che nelle vene. Ora la giornaliera esperienza

(1) *Loc. cit.*, *p.* 208.
(2) *Ric. sopra la vita e la morte*, *p.* 205.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 200.
(4) *Denkschriften*, *t. VII*, *p.* 199

attesta che il sangue fluisce con maggior lentezza e minor forza da una ferita venosa che da una ferita arteriosa. D'altronde, la osservazione diretta della circolazione nei vasi parla in favore di tale ipotesi: vide Haller (1) il sangue camminare ordinariamente con maggior lentezza, fluire eziandio due o tre volte men prestamente (2) nelle vene che nelle arterie, e non si offerse a lui che un piccolo numero di casi, nei quali la velocità fu eguale da una parte e dall' altra. Spallanzani, a dir vero, ammette che quest'ultimo caso è la regola (3), ma, in altro sito (4), esso ristringe la eguaglianza ai vasi di mezzano calibro, e dice (5) che la corrente ha la stessa rapidità nelle arteriuzze e nelle venette, ma che è più lenta nei rami venosi che nelle arterie corrispondenti. La ineguaglianza delle due correnti è altresì confermata dalle osservazioni di Doellinger (6) e di Wedemeyer (7); osservò il primo un movimento più rapido nei punti di una vena ove s' imbocca un' arteria, e l' altro (8) non riscontrò talvolta una rapidità maggiore nelle arterie a preferenza delle vene che nel caso di debolezza dei battiti del cuore, e massime durante l' agonia. Non puossi egualmente considerare che come approssimative le valutazioni antiche, secondo le quali il sangue varcherebbe, per minuto, settanta piedi nelle vene e cento quarantaquattro nelle arterie.

Riconosciamo, d'altronde, nel cuore (§ 707, 7.°) che la capacità e la forza propulsiva stanno in ragione inversa l'una dell'altra; il ventricolo polmonare ha una colonna di sangue più corta da mettere in movimento, abbisogna quindi di men considerabile forza propulsiva, e perciò la sua capacità oltrepassa quella del ventricolo aortico; ma quando questo comportò una dilatazione morbosa, non ispinge più il sangue colla energia necessaria, d' onde risulta che questo liquido si accumula nei polmoni e che la respirazione si angustia (9).

3.° Tutte le arterie si dividono o si ramificano, le une più le altre meno; in generale, ammettesi che esse si dividano circa venti volte in rami. Ora i rami, presi insieme, superano in capacità il tronco, sicchè il sistema

(1) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 82, 83, 91, 98.
(2) *Ivi, p.* 206.
(3) *Loc. cit., p.* 268.
(4) *Ivi, p.* 190.
(5) *Ivi, p.* 163,
(6) *Loc. cit., p.* 211.
(7) *Loc. cit., p.* 198.
(8) *Loc. cit., p.* 214.
(9) *Legallois, Opere, t. I, p.* 338.

arterioso rappresenta un cono, la cui sommità trovasi nel cuore e la base alla periferia. Per dir vero, questa differenza non è realmente tanto considerabile da presentarsi agli occhi quando si paragonano i diametri, dappoichè la capacità dei cilindri non può essere confrontata che giusta il quadrato dei loro diametri; ma, limitandosi eziandio a siffatto mezzo di valutazione, essa è tuttavia tanto grande da giudicarsi che deve influire sulla velocità della circolazione. Così, ad esempio, Wedemeyer trovò la circonferenza dell'arteria crurale = 12, e quella dei due rami nella quale essa biforcasi = 18; sicchè il rapporto del tronco ai rami sarebbe, secondo i diametri, di 12 : 18 = 1 : 1,50; ma, giusta i quadrati dei diametri, vale dire giusta la capacità reale, essa è di 144 : 162 = 1 : 1,12. Ora, dappoichè evvi più spazio nelle ramificazioni, il sangue deve scorrervi con maggior lentezza che nei tronchi (§. 711, 3.°). Introdusse Hales nell' aorta di un cane morto un tubo cui riempiva di una quantità di acqua, la pressione della quale pareggiava quella del sangue che fluiva dal cuore secondo il suo calcolo; se allora egli spaccava l' intestino lungo il suo orlo convesso, escivano 342 pollici cubidi di acqua in 400 secondi, dalle ultime ramificazioni arteriose così aperte; incidendo il mesenterio presso l' intestino, usciva la stessa quantità di acqua, dai rami delle arterie mesenteriche, in 140 secondi; finalmente, i rami somministravano uno scolo più rapido ancora alla loro entrata nel mesenterio.

Il sistema venoso presenta disposizioni analoghe per riguardo alla capacità; qui, egualmente, la circolazione è più lenta nelle radici, e più rapida nei tronchi, come comprovarono specialmente Haller (1), Spallanzani (2) e Doellinger (3). Allorquando una corrente venosa è rafforzata da un afflusso laterale procedente da un ramo, e che così la vena si riempie maggiormente, la celerità aumenta, e questa non rimane la stessa che quando certa estensione della vena non cambia diametro nè riceve radici (4). Secondo Spallanzani, la circolazione è tre volte più rapida nelle radici che nei tronchi. Nulladimeno trovossi più di una eccezione a questa regola, come, ad esempio, quando la sistole delle orecchiette rigettava certa quantità di sangue dal cuore nei tronchi venosi.

4.° La cessazione delle pulsazioni nelle ramificazioni delicate delle arterie fu attribuita allo scemamento della forza con cui il sangue vien

(1) *Loc. cit.*, *p.* 98, 206.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 163.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 210.
(4) *Spallanzani*, *loc. cit.*, *p.* 258.

posto in movimento partendo dal cuore; però vedemmo (§. 714, 4.°) che precisamente quando i battiti del cuore sono deboli, scorgesi pulsare le correnti contenute nei vasi capillari. Il polso ci sembrò piuttosto essere il resultato di ostacoli contro i quali reagisce la forza del cuore (§. 725, 4.°). Ora, da un lato, i vasi capillari presentano maggiore spazio, e, dall' altro, serbano generalmente lo stesso diametro in tutto il loro tragitto, in conseguenza, allorquando il sangue vi si è una volta introdotto, soffre desso minor resistenza, e fluisce in modo uniforme. Ecco perchè l' aorta dei pesci non batte, e non già pel motivo che il suo sangue attraversò dapprima i vasi capillari delle branchie; medesimamente, secondo Barkow (1), i rami della carotide cerebrale della pecora non eseguiscono già pulsazioni, perchè il loro sangue valicò il reticello ammirabile, mentre ne presentano nel coniglio, il quale non possede siffatto reticello

5.° Molti vasi serbano lo stesso diametro durante il loro tragitto; tale è il caso specialmente delle arterie, finchè desse non somministrano rami; però osservasi eziandio lo stesso fenomeno sopra molte vene, sebbene ramificansi. Allorquando un tronco dà molti rami, esso si ristringe ordinariamente alquanto, in guisa che il sangue, agendo alla maniera di cuneo, cammina con maggior celerità; però molte arterie, come la carotide, la vertebrale, la coronaria labiale, la mammaria interna, la splenica e la spermatica, vanno allargandosi alquanto verso la periferia, allorquando esse percorrono certa estensione senza somministrare rami considerabili, e così rallentano il corso del sangue (2).

§. 728. Anche la direzione ha la sua influenza.

1.° Se il sangue scorresse ad ondate, ad ogni curvatura di un vaso urterebbe contro la parete opposta e diminuirebbe così la velocità del suo movimento; ma siccome esso rappresenta una colonna indivisa, la quale esercita una pressione uniforme per tutti i punti di sua superficie, la tortuosità del vaso non può produrre tale effetto; ed ecco appunto quanto dimostra la osservazione. Quando Haller (3) piegava un' arteria mesenterica ad angolo acuto, o quando Spallanzani (4) l' attortigliava molte volte sopra sè stessa spiegazzando il mesenterio, il corso del sangue non rallentavasi. Tuttavia sebbene non siavi qui rallentamento sensibile, andossi troppo oltre negando che accada quando la corrente del sangue aumenta

(1) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1830, *p.* 16.
(2) *Autenrieth, Handbuch der Physiologie*, *t. I*, *p.* 165.
(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 194.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 156.

a saltelli, dappoichè allora l' onda, in onta della sua continuità, non urta meno contro la parete opposta, nel sito delle curvature. Infatti la estensione ed il movimento laterale di un' arteria tortuosa devono diminuire la forza (§. 710, 1.°) e sappiamo, d' altronde, che la corrente non è intieramente interrotta nè sempre, nè sopra tutti i punti (§. 705). Ma certi fatti altresì non possono spiegarsi in altra maniera che con un urto di questa fatta; la curvatura della parete arteriosa essendo sempre maggiore nel lato convesso, ciò prova che questo lato ha uno sforzo più considerabile da comportare; se nelle congestioni abbondanti verso la testa, questa patisce talvolta un movimento visibile ad ogni battito del polso, come provò Haller sopra sè stesso (1), bisogna evidentemente attribuirlo al portarsi la carotide, penetrando nel suo canale, perpendicolarmente verso la rocca, dopo di che essa incurvasi.

D' altronde, dice eziandio Wedemeyer aver veduto il sangue fluire in modo più lento ed a saltelli in grosse arterie mesenteriche, le quali descrivevano numerose curvature (2).

2.° Avviene lo stesso degli speroni collocati alle biforcazioni. Il sangue rappresentando una colonna non interrotta, deve fluire tanto celeramente in un ramo che spiccasi dal tronco sotto un angolo retto od ottuso, quanto in quello che ne emana ad angolo acuto, e che per conseguenza, si allontana meno dalla direzione primitiva. Quindi Haller (3), Spallanzani (4) e Doellinger (5) non videro che il modo di divisione esercitasse la minore influenza sulla celerità del movimento del sangue. Però questa regola sembra applicarsi soltanto alla circolazione in generale ed ai suoi fenomeni valutabili. Haller riscontrò talvolta un corso più lento del sangue nei rami che nascono sotto un angolo molto aperto (6). Vide Spallanzani molte volte i globetti urtare contro lo sperone, ed anche rivolgersi sopra sè stessi, prima di continuare il proprio corso (7). Riconobbe Doellinger che il sangue correva più lentamente in un ramo venoso formante un angolo ottuso, finchè esso camminava in tale direzione, vale dire verso la periferia, e che non ripigliava la sua velocità primitiva se non quando il ramo rimettevasi nella direzione del suo tronco (8).

(1) *Elem. physiolog., t. IV, p.* 118.
(2) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 351.
(3) *Opera minora, t. I, p.* 88, 208.
(4) *Loc. cit., p.* 145.
(5) *Denkschriften, t. VII, p.* 223.
(6) *Loc. cit., p.* 193.
(7) *Loc. cit., p.* 161.
(8) *Loc. cit., p.* 223.

b. *Resistenza del sangue.*

§. 729. Riguardo al sangue in sè stesso.

1.° La sua quantità deve pareggiare la resistenza che esso oppone al cuore. Ma il cuore abbisogna di certo grado di resistenza, e solo a questa condizione esso opera colla forza convenevole. Ecco perchè, dopo una grave emorragia, quest' organo si muove debolmente, e la circolazione si ferma nei vasi capillari. La massa del sangue non molesta il suo corso, che quando essa diviene troppo considerabile.

2.° La qualità del sangue esercita incontrastabilmente altresì certa influenza. Un sangue molto denso scorre soltanto con lentezza dal vaso aperto. Gruithuisen (1) vide, in un piccolo ramo arterioso, un turacciolo di sangue inspissito, che avanzava appena in modo sensibile, e che giunto, alla scissione del vaso in due capillari, rimase quasi dieci minuti immobile, finchè un movimento dell' animale lo divise in due parti, le quali passarono lentamente nelle vene, seguendo ognuno il suo capillare. Ma un sangue molto attenuato e povero di cruore si muove egualmente con lentezza, pel motivo che esso non istimola abbastanza il cuore, il quale, per tal ragione, batte lentamente e debolmente.

3.° Il peso del sangue è vinto dalla forza del cuore, dappoichè la sistole fa ascendere questo liquido nell' aorta ascendente, e la diastole l' attira dalla vena cava inferiore. Ma il cuore è tanto potente che nello stato normale, non ci accorgiamo minimamente dell' effetto del peso, il quale non diviene sensibile che in proporzione dello scemamento di sua energia (2), come Haller (3) e Spallanzani (4) l'osservarono negli animali. In simil caso, Haller vide (5) che, quand'egli teneva il mesenterio perpendicolare, essendo l' intestino rivolto all' insù, il sangue scorreva con maggior prestezza nelle vene e che le arterie si vuotavano, ma che il ristabilimento della situazione naturale riconduceva la circolazione alla uniformità; che tenendo il mesenterio verticalmente, coll' intestino rivolto all' ingiù, il sangue fermavasi nelle vene; finalmente (6) che il peso rimetteva in movimento il sangue divenuto stagnante nelle arterie. Allorquando Piorry

(1) *Beitraege zur Physiognosie*, *p.* 90.
(2) *Bourdon, Saggio sopra la influenza del peso, ec.*, *p.* 22.
(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 118.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 302.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 115.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 119.

aveva aperta la vena jugulare ad un cane, e che dopo alcun tempo il sangue aveva cessato di colare, questo liquido, ricominciava ad uscire quando egli sollevava la parte di dietro di esso, e l'animale periva esangue, ciocchè non accadeva allorquando gli si teneva la testa alta (1). Per tal guisa adunque, se la forza del cuore trionfa del peso nei grossi vasi, l'adesione alle pareti, o ciò che dicesi la capillarità, produce lo stesso effetto nei vasi capillari. Nelle salamandre che erano state uccise mediante la elettricità in maniera che il sangue non si coagulava sull'istante, Spallanzani lo scorgeva discendere rapidamente nei tronchi, più lentamente nei rami, e quasi per nulla nelle ramificazioni delicate (8). In virtù della circolazione, la perdita che la forza del cuore comporta dalla parte del peso, si trova compensata da un altro lato da questo stesso; dopo che il sangue ascese contro la legge della gravitazione, il suo ritorno è favoreggiato da questa stessa legge.

Ora troviamo, in certi organi, alcuni rapporti tra la forza del cuore ed il peso che corrispondono alla loro situazione normale. Il fatto è più evidente nella testa che ovunque altrove; qui la forza del cuore opera con tanta potenza che le congestioni vi sono molto più comuni di quello che nelle parti inferiori del corpo; ma la forza aspirante essendo men considerabile, perchè la pressione atmosferica non viene in suo soccorso nell'interno del cranio (§. 726, 7.°) essa ha per sè stessa bisogno del soccorso della gravità. Per tal guisa il saltimbanco perviene, coll'esercizio, a poter tenersi per qualche tempo sulla testa; ma il gonfiamento ed il colorito violaceo della faccia, indicano tuttavia quanta angustia patisca allora il ritorno del sangue. La situazione della testa ha adunque effetti determinati, i quali dipendono dai rapporti vitali tra il sangue e l'encefalo. Le persone pletoriche soffrono vertigini quando si abbassano, e se rimangono alla lunga col corpo inclinato, vengono colti da cefalalgia; la posizione orizzontale riesce nocevole quando evvi minaccia di apoplessia ed in tutte le congestioni di testa. Colui che si salassa cade assai più facilmente in sincope allorchè tiensi assiso di quando se ne sta coricato, e si fa cessare la sincope collocando la persona assisa in modo che abbia la testa più bassa del tronco. Allorquando la respirazione era divenuta stertorosa in un cane di cui lasciava colare tutto il sangue per la vena giugulare, sicchè i battiti del cuore non si facessero più sentire, e fosse cessata la vita animale, se Piorry sollevava la parte di dietro in modo che il sangue fosse costretto,

(1) *Archivi generali, t. XII, p.* 527

(2) *Loc. cit., p.* 302, 372.

per la sua gravità, di recarsi al cervello, ai polmoni ed al cuore, i battiti di quest'ultimo organo ripigliavano, la respirazione ritornava più libera, ricomparivano movimenti volontarii nella testa e nelle zampe anteriori; sollevavansi di nuovo queste parti, la vita si estingueva ancora in esse. Si valse Dieffenbach di questa pratica per favorire gli effetti della transfusione adoprata onde rianimare alcuni animali, ai quali esso aveva lasciato perdere tutto il loro sangue.

Nei membri superiori, la circolazione è normale, massime nell'attitudine e nei movimenti obbliqui, ravvicinati alla orizzontalità; se lasciansi per molto tempo le braccia pendenti ed inattive, le mani rosseggiano e le loro vene ingorgansi; esse diventano, all' opposto, pallide ed esangui quando si alzino perpendicolarmente le braccia. Negli arti inferiori, la distanza del cuore (§. 725, 3.°) fa sì che la forza impulsiva sia minore, e che il corso del sangue nelle arterie sia assistito dal peso; all'opposto, la forza aspirante riesce più potente, perciò che la pressione dell'atmosfera posa sopra una estensione più considerabile della pelle, e le vene conducono il loro sangue all' inverso della legge di gravità. La situazione orizzontale delle gambe, scema l' afflusso del sangue verso di esse, e diviene necessaria per la guarigione delle ulceri; una stazione troppo prolungata, e che non si alterna col movimento, rende altresì il ritorno del sangue per le vene più difficile, e produce varici, ammassi di sierosità e simili, locchè per altro non accade se non quando esiste ad un tempo atonia generale.

La situazione sopra uno dei lati del corpo sembra non poter determinarvi notevole accumulamento di sangue se non quando debole è il corso di questo liquido. Ecco come si spiega, secondo Bourdon (1), perchè i polmoni dei moribondi si riempiono di sangue dal lato sul quale avvenne la morte, e perchè nelle gravi malattie che costrinsero rimanere alla lunga coricato sopra uno dei lati, la pelle di questa regione del petto diventi più densa. Non è poi così certo che debbasi, come pur lo fa quello scrittore, attribuire la maggior frequenza a destra della ottalmia cronica, della epistassi, degli spandimenti cerebrali, della pneumonia, delle aderenze, e delle epatizzazioni del polmone, all' aversi la maggior parte degli uomini l'abitudine di tenersi sul lato destro quando dormono; dappoichè, siccome sonvi molti casi, nei quali si trovano non solo alcune arterie, come le carotidi e le vertebrali, ma eziandio certi tronchi nervosi, per esempio, quello del paio vago, forniti di maggior volume a destra che a sinistra (2)

(1) *Loc. cit.*, *p.* 7.

(2) *Burdach, Vom Baue des Gehirns, t. III, p.* 364.

e che difficilmente puossi ammettere essersi tale ineguaglianza prodotta durante il sonno, alcune circostanze più generali di organizzazione sembrano concorrere qui alla manifestazione del fenomeno. Bourdon (1) per altro osservò che la narice si chiude dal lato sul quale si si corica, ed attribuisce questo effetto alla stasi del sangue, perciò che accadeva in lui allorquando il naso era libero di mucosità e la testa posava soltanto sopra le dita allontanate le une dalle altre; questo fenomeno non si osserva in tutti gli uomini.

4.° Le diverse correnti sanguigne, quando s' incontrano, operano le une sulle altre in virtù della loro direzione, come scorgesi nei corsi di acqua che si riuniscono. Allorquando due correnti di forza eguale s' imboccano insieme, lottano una contro l' altra, ed ognuna di esse acquista alternativamente la preponderanza. Quando due vasi capillari venosi, i quali non ammettono che una sola serie di globetti, si riuniscono con un terzo, il quale non conduce che una sola serie di questi piccoli corpi, questo, giusta le osservazioni di Spallanzani (2), riceve i globetti ora dell'uno ora dell'altro dei due affluenti, di cui i corpuscoli si fermano alla imboccatura finchè giungano ad introdursi nella corrente. Medesimamente, vide Doellinger (3) che, quando due correnti arteriose parallele erano unite mediante un' anastomosi trasversale, i globetti, andanti al dinanzi gli uni degli altri in questa, si fermavano, si bilanciavano, finchè uno di essi, cedendo il passo, retrocedeva e fosse seguito da quello che l'aveva in qualche guisa scacciato. Se le due correnti sono d' inegual forza, i globetti della più forte impediscono spesso per alcun tempo a quelli della più debole di entrare, od anche li rispingono (4) quando già penetrarono; talvolta altresì quelli della corrente più debole sono attratti i primi e raddoppiano di celerità, affatto come, nelle anastomosi venose, il sangue fluisce con maggior prestezza in vicinanza della corrente verso cui esso portasi, che in vicinanza di quella d' onde viene (5). Wedemeyer (6) osservò gli stessi fenomeni.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 2.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 177.
(3) *Denkschriften*, *t. VII*, *p.* 225.
(4) *Ivi*, *p.* 213.
(5) *Ivi*, *p.* 212.
(6) *Untersuchungen*, *p.* 210.

2. FORZA DEL CUORE.

§. 130. La forza del cuore

1.° Può essere valutata secondo la sua massa paragonata a quella del corpo intiero. Ma il peso assoluto del cuore varia considerabilmente nei diversi individui di una specie animale. Poiseuille, ad esempio, la trovò ora di tre ed ora di sei oncie nei cani, ora di tre ed ora di sei libbre nelle bestie bovine (1). Varia parimenti il suo peso. Trovò Legallois (2) la proporzione tra esso e quello del corpo, nel coniglio adulto, ora di 1 : 247, ora di 1 : 455. Questo peso relativo non è d' altronde lo stesso nelle diverse età della vita (§. 534, 1.°). Quindi le valutazioni comparative sono molto dissidenti. Il rapporto del cuore al corpo, avuto riguardo al peso, è, secondo Trevirano (3) di 1 : 80—160 nei mammiferi, 1 : 50—123 negli uccelli, 1 : 246—276 nei rettili, 1 : 350—768 nei pesci; secondo Robinson (4), di 1 : 168 negli uccelli, 1 : 263 nelle bestie bovine, ed 1 : 1360 nei pesci; per opinione di Carus (5), di 1 : 160 nell' uomo, 1 : 246 nelle rane, 1 : 276 nel colubro a collana, 1 : 350—760 nei pesci; per opinione di Legallois, termine medio, di 1 : 183 nei cani, e 1 : 346 nei conigli; al parere di Scoresby, di 1 : 175 nella balena; giusta Wrisberg, di 1 : 215 nella tartaruga di mare. Weber trovò il rapporto di 1 : 150 in un cadavere umano (6). Secondo Laennec (7), acciocchè il cuore dell' uomo abbia il suo volume normale, bisogna che la sua grossezza pareggi all' incirca quella del pugno dell' individuo (*).

2.° L'altezza, alla quale ascende il sangue che zampilla da un'arteria tagliata, varia molto secondo il diametro del vaso e lo stato momentaneo della vita del sangue. Nell' uomo, il getto di una piccola arteria ascende talvolta a tre o quattro piedi (8). Haller lo vide montare sei piedi sortendo da un piccolo ramo dell' arteria toracica o della mesenterica, nei

(1) *Repertorio generale d' anatomia, t. VI, p.* 84.

(2) *Opere, t. I, p.* 331.

(3) *Die Erscheinungen und Gesetzen des Lebens, t. I, p.* 225.

(4) *Haller, Opera minora, t. I, p.* 231.

(5) *Trattato d' anatomia comparata, t. II, p.* 327, 332, 343.

(6) *Handbuch der Anatomie, t. III, p.* 125.

(7) *Trattato dell' ascoltazione mediata, t. III, p.* 14, 18.

(*) *Leggi Bouillaud, Trattato clinico delle malattie del cuore, t. I, p.* 26, 52, *ed Andral nella edizione precitata di Laennec, t. III, p.* 42, 44, 45.

(8) *Bell, An essay on the forces by which circulate the blood, p.* 3.

cani e nelle pecore, ma talvolta altresì esso non alzavasi che ai tre (1). Secondo Hales, non islanciossi che a due piedi dall' arteria crurale di un cavallo, mentre, giusta Hufeland, il sangue della carotide di una pecora zampillava ad otto piedi (2). Lo vide Nasse ad elevarsi a due piedi e mezzo dall' arteria crurale ed a sei dalla carotide di un cane.

3.° Per valutare esattamente la forza del cuore, converrebbe conoscere la quantità ed il peso del sangue, la celerità del suo corso, la estensione di sua carriera, l'appoggio che gli prestano i vasi e la resistenza che questi gli oppongono; e siccome l' urto di quest' organo agisce non già sopra sangue in riposo, ma sopra sangue già posto in movimento mediante precedenti battiti cardiaci, e che esso non ha per conseguenza che da riparare la perdita di forza motrice comportata durante la ultima diastole, converrebbe altresì far entrare nel calcolo questa ultima circostanza. Ma siccome non conosciamo esattamente nulla di tutto ciò, così tutti i calcoli che potrebbonsi stabilire sono molto indeterminati, secondo la osservazione già fattane da Haller (3). Tuttavia non possiamo passarli qui sotto silenzio.

4.° Valutava Borelli la forza del cuore colla scorta della proporzione tra il suo peso e quello dei muscoli, la cui forza è conosciuta, in particolare dei temporali, e calcolando così, trovò che essa ascendeva a 180000 libbre (4). Ma Borelli non ebbe verun riguardo nè alle differenze di vitalità, nè a quelle del meccanismo. Poiseuille trovò che il cuore pesante tre libbre di un bue, innalzava maggiormente la colonna del sangue, del cuore pesante sei libbre di un altro bue.

5.° Quando incrocicchiansi le gambe una sopra l'altra, e collocasi sulla punta del piede un peso di cinquanta libbre o più, questo peso viene, ad ogni pulsazione, sollevato, insieme col piede intiero; se tale effetto proviene dalla estensione dell'arteria poplitea, ne segue che in siffatto vaso, la forza impulsiva del sangue oltrepassa le cinquanta libbre; ora siccome l'arteria poplitea non comporta che un cinquantesimo della potenza, colla quale opera il cuore, la forza di questo deve oltrepassare le 250 libbre, deve anzi essere molto più considerabile, giacchè qui la forza motrice agisce sul punto di appoggio (lo scavo del garretto), e per conseguenza la

(1) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 72.
(2) *Dieffenbach*, *Die Transfusion des Blutes*. *p.* 20.
(3) *Elem. physiolog.*, *t. I*, *p.* 457.
(4) *Ivi*, *p.* 448.

gamba rappresenta una leva di terzo genere. Ma Carson (1) e Koch (2) provarono che siffatto movimento non proviene mica dall' arteria poplitea, ed è il resultato della forza combinata delle piccole arterie contenute nella sostanza muscolare; giacchè l'arteria poplitea è coperta di circa un pollice di grasso, ed i tendini dei muscoli flessori la oltrepassano di un pollice e mezzo, in guisa che non si giunge a comprimerla che mediante compresse graduate stabilite nello scavo del ginocchio ; però, in tal caso, come quando si sospende la gamba pigliandola pei due condili del femore, il piede non comporta pulsazioni ; se, all'opposto, s'incrocicchiano le gambe per guisa che quella di sopra posi sopra il condilo esterno ed il tendine del muscolo bicipite, il movimento pulsatorio apparisce, sebbene l'arteria poplitea non comporti allora veruna compressione. Basta d' altronde una pressione, la quale s'innalzi al più ad alcune libbre per far cessare i battiti dell'arteria crurale nella regione inguinale.

6.° Secondo Keil, la forza motrice di un liquido eguaglia il peso di una colonna di questo stesso liquido, la cui base presenti tanto sviluppo quanto l'orificio pel quale esso esce, e la cui altezza sia doppia di quella d'onde siffatto liquido acquista, cadendo, la celerità, colla quale esso esce dall'apertura. Ora, siccome la parete dell'aorta ha un diametro di 0,4187 di pollice, e che l' altezza d' onde il sangue dovrebbe cadere per acquistare la celerità, colla quale fluisce dal cuore, è di 17,76 pollici, la colonna, il cui diametro è di 0,4187 pollici e l'altezza di 17,76 pollici, deve pesare 7,436112 pollici cubici, vale dire cinque oncie, e tale è la forza del cuore (3).

7.° Ammetteva Hales che la forza del cuore pareggiasse l'altezza che la corrente del sangue di un'arteria raggiunge in un tubo adattato a questa (§. 726, 15.°) moltiplicata per la estensione in superficie del ventricolo aortico. Nel cavallo, il sangue ascendeva a 114 pollici, la superficie del ventricolo sinistro era di 26 pollici quadrati, vale dire di 113 libbre. Nell'uomo essa sarebbe di cinquantuna libbre.

8.° Poiseuille parte dal principio che tutta la forza statica che muove il sangue in un'arteria sta in ragione diretta del diametro trasversale dell'arteria, e trova la forza della sistole del cuore aortico moltiplicando il diametro dell'aorta per la pressione della colonna di mercurio a cui il sangue fa equilibrio nell' emo-dinamometro. Siccome in un uomo, la

(1) *An inquiry into the causes of the motion of the blood*, p. 68.
(2) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1827, p. 426.
(3) *Haller, Elem. physiolog., t. I, p.* 448.

superficie di un taglio trasversale dell'aorta, alla sua origine, è di 908, 2857 millimetri quadrati, e che la colonna di mercurio, alla quale il sangue ascendente fa equilibrio, ha 160 millimetri di altezza, la forza statica del sangue nell'aorta $=$ 160 $\times$ 908, 2857 $=$ 145, 325 millimetri cubici di mercurio, od un peso di quattro libbre tre oncie e quaranta tre grani. Nel bue, la forza del cuore, calcolata nella stessa maniera, è di dieci libbre e dieci oncie.

9.° Altre supposizioni avevano anteriormente fatto valutare la forza del ventricolo aortico a nove libbre ed un'oncia da Jurine, a cento cinquanta libbre da Tabor (1).

II. Cause estranee al cuore.

§. 731. Se le considerazioni precedenti dimostrano che il meccanismo del resto del sistema vascolare permette al cuore di compiere la circolazione, non provano però ancora che quest'organo la effettui realmente da sè solo, che ne sia la condizione necessaria, e che ne racchiuda la causa essenziale. Lungi da ciò, alcuni argomenti protestano contro la dominazione esclusiva è la essenzialità del battito di cuore.

I. Taluni di questi argomenti sembrano poter essere confutati.

Allegasi, per esempio, contro la efficacia del cuore, che, nei pesci, esiste tra esso e l' aorta i vasi capillari e le vene branchiali. Ma l' aorta di questi animali non eseguisce pulsazioni, ed il sangue vi cammina soltanto pel *vis a tergo*.

Obbietta Oesterreicher (2) che il corso del sangue è intermittente nel cuore, remittente nelle arterie, continuo nei capillari e nelle vene. Ma siffatta variazione si spiega mediante le disposizioni meccaniche che furono precedentemente (§. 725-728) passate in rivista, specialmente mediante la differenza di capacità, di compressione e di attaccatura.

Ove non si possono produrre i fenomeni della circolazione sul cadavere coll'uso di una forza analoga all'urto del cuore, ed in particolare se, come osserva Bell (3), siamo costretti, quando praticansi injezioni, impiegare una forza superiore a quella del cuore, se, finalmente, il liquido così spinto non esce mica ad arco da un' arteria aperta, come avviene durante la vita (4), tali fenomeni sembrano procedere unicamente dalla

(1) *Haller, Elem. physiolog., t. I, p.* 452.
(2) *Loc. cit., p.* 149.
(3) *An essay on the forces by which circulate the blood, p.* 11.
(4) *Loc. cit., p.* 3.

differenza delle disposizioni meccaniche. Durante la vita, evvi ovunque maggior tensione, il sangue ha maggior espansione, ed è soggetto alla pressione delle parti turgescenti, renitenti; l'effetto della forza aspirante ordinariamente manca nelle injezioni; ma la circostanza più importante consiste nel ristagno del sangue addensato nei vasi capillari, stasi che manifesta già la sua resistenza durante la vita, dappoichè, secondo le osservazioni, fra gli altri, di Spallanzani (1), la circolazione delle salamandre, quando fece lunga pausa e che il movimento del cuore si rianimi, ricomincia presto nei tronchi, ma non ricomparisce più nella massima parte dei capillari.

Dice Senac che l'onda del sangue slanciata dal cuore non può determinare tutte le arterie a battere, nè scuotere tutti gli organi e mettere in movimento tutto il sangue che circola. Ma qui non si tratta del peso dell'onda sanguigna, bensì soltanto della forza con cui essa viene spinta contro la colonna del sangue.

Allegasi, finalmente, contro il battito del cuore, che esso cessa nella sincope e nell'asfissia, sebbene la vena che apresi dia allora sangue. Ma esso può persistere fin a certo grado senza essere percettibile al tatto, e l'apertura della vena ristabilire la circolazione pel fatto della pressione delle parti circondanti, finchè il sangue è per anco mobile nei vasi capillari.

II. Altri argomenti, i quali si riferiscono al continuare la circolazione ancora qualche tempo dopo cessata l'azione del cuore, hanno maggior peso senza essere però decisivi; giacchè puossi contro di essi obbiettare che la corrente del sangue posta in movimento non giunge ad un tratto al perfetto riposo, e che la pressione delle pareti lo mantiene ancora per qualche tempo nella direzione che gli era stata dapprima impressa.

1.° Se accade talvolta al sangue di fluire ancora nelle arterie e nelle vene dopo la morte del cuore (2) o di uscire dalla ferita di una vena dopo la legatura dell'aorta (3), l'effetto può provenire, nel primo caso, dall' azione aspirante che il cuore esercita durante la ultima diastole, e nel secondo, dalla cessazione della pressione pel fatto della ferita del vaso.

2.° Dopo aver legata l' aorta e la vena cava di un cane, Jaeckel (4) vide una ferita fatta alla vena, sotto della legatura, produrre una emorragia che rese l' animale compiutamente esangue, sebbene il sangue fosse

(1) *Loc. cit., p.* 185.
(2) *Haller, opera minora, t. I, p.* 115.
(3) *Ivi, p.* 104, 117.
(4) *De motu sanguinis, p.* 26.

costretto ascendere contro la legge della gravità. Vide Wedemeyer (1), sulle rane, il sangue continuare ancora per alcun tempo ad inoltrarsi, dopo la legatura del cuore, poi divenire fluttuante, e finalmente arrestarsi.

3.° Spallanzani (2) osservò che dopo l'apertura del cuore, il sangue rifluiva dalle arterie, e che i capillari delle ovaie erano i soli vasi in cui esso continuava ad inoltrarsi con lentezza. Vide Baumgaertner (3) il sangue colare per le vene nella orecchietta, la quale era stata aperta, e riconobbe che dopo la incisione del ventricolo e la legatura dell'aorta, questo liquido continuava a camminare nei vasi capillari finchè le arterie fossersi vuotate.

4.° Secondo le osservazioni di Haller (4) sopra le rane, dopo la eccisione del cuore, il sangue si reca nelle vene verso la ferita, e la circolazione continua per circa mezz'ora, sebbene irregolarmente. In simil caso, Spallanzani (5) riscontrò, sopra salamandre, la circolazione cessare sull'istante nelle arterie, rallentarsi in capo ad alcuni minuti, poi fermarsi nei capillari, ma persistere per diecisette minuti nelle vene. Trevirano (6) la osservò per mezz'ora nella membrana natatoja delle rane, e riscontrò che l'apertura di un vaso accresceva il movimento. Hastings (7), Wedemeyer (8) e Wilson (9) fecero osservazioni analoghe sopra rane e conigli.

5.° Il corso del sangue continua per qualche tempo, anche in parti fuori di ogni comunicazione col corpo. Schultz, fra gli altri (10), se ne convinse sul mesenterio di un sorcio. Puossi egualmente comprovarlo sopra qualunque lembo staccato dal corpo di una rana.

Però, siccome in tutti questi casi (2.°, 5.°), il corso del sangue non dura gran tempo, così puossi sempre presumere che per virtù di sole meccaniche disposizioni questo liquido passi dalle arterie, le cui pareti sono più grosse, circoscrivono uno spazio meno esteso e godono di elasticità che le rinserra poco a poco sopra di sè, nelle vene, le quali, tra tutti i vasi sono le più esposte ad essere ferite.

(Allorquando si esamini col microscopio una parte affatto separata

(1) *Loc. cit.*, *p.* 232.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 329.
(3) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1829, *t. IV*, *p.* 170.
(4) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 115, 119, 128, 222.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 327.
(6) *Biologie*, *t. IV*, *p.* 262.
(7) *Meckel*, *Deutsches Archiv*, *t. VI*, *p.* 228.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 233.
(9) *Ueber die Gesetze der Functionen des Lebens*, *p.* 70, 158.
(10) *Der Lebensprocess im Blute*, *p.* 57.

dal corpo, si riconosce che per tutto il tempo in cui il sangue fluisce dai tronchi vascolari divisi, esso continua a muoversi nei capillari, ove siffatto scolamento deve di necessità influire sopra il suo movimento. Questo dura all'incirca dieci minuti nella membrana interdigitale di una zampa tagliata di rana, ed esso vi retrograda dai piccoli vasi verso i tronchi, in maniera uniforme, senza polso. Attribuisco tale effetto allo scolamento del sangue, il quale attrae questo liquido dai capillari. Per dir vero, dovrebbe prodursi un vuoto negli ultimi, supponendo che lo scolamento avvenga ad un tempo per le arterie e per le vene, ciò che si è pur costretti ammettere, e questo vuoto dovrebbe ostare allo svotarsi dei capillari; ma secondochè i vasi perdono il loro sangue, rinserransi per effetto della propria elasticità e si avvizziscono per quello della pressione atmosferica, mentre dapprima erano distesi dalla impulsione del liquido; quindi scorgesi il loro diametro diminuire in proporzione che si affievolisce il movimento) (1).

6.° Trovansi qualche volta alcune anomalie considerabili, come scirri, encefaloidi, cisti sierose e simili, nella sostanza del cuore, senza che la circolazione abbia patito notevole disordine. È però in particolar modo frequente rinvenirvi alcune ossificazioni, le quali sembrano rendere impossibile le alternative di contrazione e di espansione, sebbene la vita abbia dovuto sussistere per molto tempo con esse; si videro alcuni anelli ossei, larghi un pollice, i quali circondavano la base dell'organo, o varie piastre ossee non meno larghe e lunghe quattro pollici, le quali si estendevano nella tramezza, dalla base fino alla punta (2); trovossi il ventricolo aortico ossificato (3) o putrefatto (4), e videsi eziandio in due anitre il cuore intiero ossefatto.

III. Ma le prove maggiormente concludenti sono le seguenti:

7.° Nell'embrione, il sangue si reca dalle membrane dell'uovo al cuore, prima che siffatte membrane ne abbiano ricevuto da esso (§. 399, 9.°).

8.° Trovaronsi embrioni senza cuore, e che tuttavia erano sviluppati, almeno in parte, in modo compiuto (5).

9.° Il sangue non si sparge mica sempre uniformemente in tutte le parti, e la ineguaglianza di sua ripartizione non dipende da disposizioni meccaniche permanenti, ma dallo stato della vita.

(1) *Giunta di G. Muller.*
(2) *Meckel, Handbuch der pathologischen Anatomie, t. II, p.* 173.
(3) *Ivi, p.* 174.
(4) *Ivi, p.* 176.
(5) *Ivi, t. I, p.* 163.

A. *Cause inerenti ai vasi.*

§. 732. Il cuore si compone della membrana vascolare comune, alla quale stanno congiunti fibre muscolari, nervi, vasi nutrizii ed una guaina sierosa. Troviamo tutti questi elementi nei vasi, però meno sviluppati; i vasi rassomigliansi dunque al cuore, in quanto ai punti essenziali, e secondo la considerazione già fatta da Senac, puossi considerarli come ripetizioni tenenti una forma speciale e non differenti da esso che per riguardo al grado. Per tal guisa, negli animali articolati, il cui sistema vascolare è incompiutamente sviluppato, il cuore ed i vasi passano dall' uno all'altro senza linea finitima ben tracciata; non potrebbesi decidere se gli annelidi hanno cuore in forma di vasi, o vasi adempienti l'ufficio di cuore; non iscorgiamo in ciò che organi, i quali contengono il sangue e lo pongono in movimento, e nei quali non si è per anco sviluppato nè il carattere del cuore nè quello dei vasi. Il cuore costituisce la espressione della unità nel sistema sanguigno, la qual cosa fa sì che lo si scorga comparire sol quando questo giunse ad alto grado di formazione. Ma esso non acquista mica pur anco la sua unità compiuta nelle classi inferiori di animali vertebrati.

1.° L' arteria che nasce dal cuore ad un solo ventricolo, e che conduce il sangue, nei pesci, ai soli organi respiratorii, nei batraci in parte a questi organi ed in parte altresì al resto del corpo, è gonfiata in un bulbo muscoloso, il quale, a titolo di ripetizione del cuore, eseguisce alcune pulsazioni indipendenti da quelle di quest'organo. Allorquando Spallanzani (1) escideva questo bulbo nelle salamandre, lo vedeva egli continuare ancora a battere per mezz'ora; se lo tagliava per traverso, le due metà battevano; se lo levava insieme col cuore, l'uno e l'altro organo battevano insieme per certo tratto di tempo, poi il bulbo si fermava, mentre il cuore continuava a pulsare, nella guisa stessa che in altri casi, questo perdeva il suo movimento, mentre l'altro serbava il proprio; ma (2) il tronco arterioso comune non eseguiva pulsazioni indipendenti. Wedemeyer (3) fece analoghe osservazioni sopra pesci, rane, salamandre ed embrioni di pollo (§§. 400, 12.°; 442, 2.°). Vide egualmente Spallanzani (4) l' arco

(1) *Loc. cit.*, *p.* 356.

(2) *Loc. cit.*, *p.* 360.

(3) *Untersuchungen*, *p.* 20, 48. — *Meckel*, *Archiv*, *fuer Anatomie*, 1828, *p.* 339, 347.

(4) *Loc. cit.*, *p.* 363.

aortico delle lucertole battere ancora dopo che esso avevalo circondato di doppia legatura od esciso e posto sulla tavola; la forte pulsazione dell'arteria polmonare, all'opposto, non proveniva che dal battito del cuore, giacchè cessava dopo una doppia legatura.

2.° Medesimamente altresì le vene cave battono negli animali a sangue freddo; Haller (1) e Spallanzani (2) riconobbero che le pulsazioni dell'anteriore si estendono dal cuore fino ai suoi rami, e quelle della posteriore fino al fegato. La loro sistole precede quella dell'orecchietta, nella guisa stessa che quella del bulbo aortico succede alla sistole del ventricolo e termina il battito del cuore, come osservarono Haller (3) e Wedemeyer (4). Battevano esse ancora dopo che Spallanzani le aveva aperte, e ne aveva lasciato scorrere il sangue.

I. Cause inerenti alle arterie.

§. 733. Negli animali a sangue caldo, la forza motrice è concentrata nel cuore, e domina sopra tutto il sistema sanguigno, in modo che non iscorgonsi più pulsazioni indipendenti nelle arterie. Infatti, se Rosa (5) e Reinarz (6) videro, sopra mammiferi, l' aorta battere od oscillare in maniera ritmica, dopo essere stata legata in due punti e tagliata, questo fenomeno doveva provenire da circostanze particolari, alle quali non ebbesi riguardo, e che non si presentano una volta sopra mille. Ma, da altra parte, n' è impossibile considerare come tubi inerti le arterie, questi conduttori del sangue vivente, che rassomigliano al cuore quanto ai punti essenziali. Lungi da ciò, le seguenti particolarità rendono probabile che esse possedano una forza motrice vivente.

1.° Hanno, nella loro tonaca media, alcune fibre parallele le une alle altre, e soprapposte a strati, il cui colore risulta giallastro e diviene roseo dopo alcuni giorni di macerazione. Queste fibre differiscono certamente da quelle dei muscoli soggetti alla volontà, in quanto che sono più piatte, elastiche, secche, friabili, e, secondo Berzelio insolubili nell'acido acetico, mentre gli acidi minerali le disciolgono facilmente, e la potassa non le precipita dalla dissoluzione; ma da tutto ciò puossi soltanto concludere che

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 222.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 199, 364.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 228.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 188.
(5) *Giornale per servire alla storia della medicina*, *t. I*, *p.* 189.
(6) *Diss. de irritabilitate arteriarum propria*, *p.* 18.

le arterie non sono mica muscoli che riconoscano lo imperò della volontà. Si comprendono nella categoria degli organi costituiti dal tessuto elastico giallo, il quale trovasi sui punti, ove la forza muscolare viene favorita dalla locomotilità, verbigrazia, tra le apofisi spinose; ma esse differiscono molto in questa forma dalle membrane fibrose; non sono tanto intrecciate, si separano facilmente, e dispongonsi per istrati maggiormente regolari. Secondo l' analogia, dobbiamo considerarle come fibre motrici, le quali si accumularono sulla membrana vascolare comune, nella stessa maniera che le fibre muscolari del cuore sono deposte sopra questa membrana, o che quelle degli altri organi cavi, lo sono alla superficie della membrana mucosa. In ogni organo, i muscoli che diconsi della vita organica sono disposti in modo particolare, in ragione della natura speciale di quest'organo, sicchè torna affatto naturale esser desse diverse nelle arterie che nel cuore o nei muscoli che ubbidiscono alla volontà. Crede Wedemeyer (1) che abbiano il solo uso di resistere alla impulsione del cuore mediante la loro rigidezza, e (2) che debbano la loro origine all'urto del sangue, perchè sono più forti nel sito delle biforcazioni e nel lato convesso delle arterie, e più deboli nelle arterie cerebrali, ove la impulsione del cuore trovasi spezzata. Ma la pressione meccanica dell' onda sanguigna dovrebbe piuttosto condensare ed inspissare la membrana vascolare comune; la moltiplicazione delle fibre arteriose nei punti contro cui la corrente del sangue produce maggiore sforzo, dipende dall'accrescimento della nutrizione, tale come esso accade ovunque dove le fibre motrici esercitano un' azione più energica. La forza impulsiva del cuore non è minimamente spezzata nelle arterie cerebrali, dappoichè queste arterie battono con tanta forza da sollevare la massa intiera del cervello, e se trovansi in esse men fibre, se anzi desse non ne contengono affatto, questo fenomeno sembra procedere piuttosto dallo sparire la fibra muscolare dalla sfera del cervello, poichè le fibre non sono in niun' altra parte maggiormente sviluppate quanto nelle arterie dei muscoli soggetti alla volontà, e che così ogni parte imprime ai suoi vasi un carattere in armonia col suo proprio. Vide, finalmente, Wedemeyer (3) che, in un mostro eziandio privato di cuore, lo strato fibroso delle arterie sorpassava in grossezza quello delle vene. Osserva, d' altronde, Autenrieth (4) che lo

(1) *Untersuchungen*, *p.* 80.
(2) *Ivi*, *p.* 10.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 11.
(4) *Handerbuch der Physiologie*, *t. I*, *p.* 153.

strato fibroso esterno possede maggior elasticità e predomina nei tronchi, mentre che l'interno risulta più rosso, più molle e proporzionalmente più forte nei rami.

2.° Spargonsi, nello strato fibroso, numerosi nervi, di cui è sprovveduto il tessuto elastico giallo. Non possiamo credere che questi nervi siano destinati ad agire sul sangue ed a mantenerlo vivo, giacchè allora essi si distribuirebbero massime sulla membrana vascolare interna, e non sarebbero cotanto sviluppati nei tronchi, ove il sangue cammina con maggior rapidità che altrove. Ci torna pure impossibile ammettere la ipotesi che attribuisce loro per funzione di animare il sistema nervoso col mezzo del sangue, dappoichè questo sistema riceve ovunque vasi sanguigni che gli appartengono in ispecialità. Siamo quindi costretti riconoscere una essenziale connessione tra i nervi e lo strato fibroso, dappoichè essi non hanno le loro estremità periferiche che in questo strato, e sono meno numerosi nelle vene, le quali possedono fibre più deboli e movimenti men visibili delle arterie.

§. 734. Se, tra i fenomeni di un movimento delle arterie differente sulla pulsazione, consideriamo,

I. Quelli che lasciansi derivare dalla semplice elasticità, troviamo dapprima:

1.° La votezza e la contrazione delle arterie dopo la morte (§§. 634, 5.°, 635, 1.°). Il sangue che l'ultimo battito del cuore slancia in questi vasi, trovandovi maggior pressione, passa nelle vene; vuotansi specialmente le ramificazioni arteriose, mentre i tronchi conservano tuttavia una parte del sangue dell'ultima ondata, in istato liquido o coagulato; le arterie ossefatte rimangono piene di sangue (1). Le arterie si ristringono durante la rigidezza cadaverica, sicchè allora il termine medio della proporzione tra la loro capacità e quella che esse hanno durante la vita è di 1 : 156 giusta le osservazioni di Parry; quando la rigidezza cessò, esse dilatansi alquanto, ma non ritornano mica al grado di distendimento che il sangue loro procurava durante la vita, e, secondo lo stesso scrittore, la proporzione è allora di 1 : 1,27.

2.° Le arterie si ristringono durante la vita, dacchè ricevono men sangue di prima, o non ne giunge loro minimamente, sia che soffrano una compressione (2) o che esista men sangue nel corpo, dappoichè in tal caso il polso diventa piccolo e filiforme. La proporzione fra la loro capacità

(1) *Soemmering, Gefaesslehre, p.* 76.

(2) *Magendie, Compendio di fisiologia, t. II, p.* 319.

dopo un'emorragia esaurente e prima di questa perdita generale del sangue, era, secondo Spallanzani, di 1 : 6 nell'aorta anteriore di una gallina, e di 1 : 1,25 nella posteriore (1); secondo Hunter, di 1 : 1,11 nell'aorta di un cavallo, 1 : 1,20 nell'arteria illiaca, ed 1 : 1,50 nella crurale; secondo Parry, di 1 : 1,78 nella carotide di un montone (2). Pretende Hunter che certi rami, come l'arteria radiale, possano rinserrarsi al punto da chiudersi affatto, locchè Trevirano e Wedemeyer (3) non hanno mai osservato.

3.° Quando le arterie furono legate, esse vuotansi tuttavia, e spingono il sangue non solo nelle loro proprie ramificazioni, senza che siavi talvolta traccia veruna di ristringimento, ma anche eziandio fin nelle vene (4).

4.° Un' arteria abbracciata da due legature, alla quale praticasi una puntura, lascia sfuggire il sangue, anche sotto forma di spillo o getto e si rinserra. Così, ad esempio, Reinarz (5) vide la carotide esterna vuotarsi fin all'ultima goccia, mentre che l'aorta addominale non lasciò sfuggire poco a poco, per una ferita lunga due linee, altro che i sette ottavi del suo sangue.

5.° Le arterie tagliate per traverso si rinserrano talmente nella loro apertura, che il sangue non può più fluire, come osservò Spallanzani (6) sull'aorta ventrale delle lucertole. Scemano esse specialmente quando si retraggono e si allontanano dalla ferita, dappoichè allora vengono compresse dalle parti circonvicine. Ecco perchè si pratica la sezione di quelle che furono soltanto punte, all'oggetto di arrestare il sangue. Allorquando le circostanze non permettono loro di rinserrarsi, una emorragia mortale può accadere eziandio per un piccolo ramo, quale sarebbe un' arteria dentaria.

II. A questi movimenti si riferiscono,

6.° Quelli che sono provocati da impressioni meccaniche, senza essere ad un tempo determinati dalle leggi della meccanica, in una parola, che tengono dietro ad una irritazione meccanica. Generalmente parlando, sono rari; però alcuni osservatori degni di fede ebbero occasione di vederli.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 350.

(2) *Experimentaluntersuchung ueber die Naturursachen und Verschiedenheiten des arterioesen Pulses*, *p.* 18.

(3) *Untersuchungen*, *p.* 32.

(4) *Magendie*, *loc. cit.*, *t. II*, *p.* 259, 319.

(5) *Diss. de irritabilitate arteriarum*, *p.* 19.

(6) *Loc. cit.*, *p.* 365.

L'arteria crurale di un cane, cui Verschuir (1) aveva raschiata con uno scalpello, si rinserrò ad un tempo sopra cinque punti, di maniera che gli interstizii erano distesi da sangue; in altri casi d'irritazione collo strumento tagliente, l'arteria crurale si contrasse nel sito sopra cui operava l'istrumento (2), ed il fenomeno avvenne sopra molti punti della estensione della carotide (3). Determinò Thomson una contrazione compiuta mediante punture di spille (4). Hastings vide il raschiamento delle arterie con un bistorino, nei gatti, determinare la crurale a contrarsi in sette casi e l'aorta in quindici (5). Produsse Wedemeyer (6) lo stesso effetto, ma più di raro, mediante punture e pizzicamenti. Dice Reinarz (7) averlo provocato colla semplice pressione; l'aorta di un cane, dopo essere stata legata e tagliata si contrasse per dieci secondi, sotto la pressione non molto forte del dito; un'altra che era stata vuotata, si rinserrò prestamente a cinque riprese quando la si compresse, e sofferse ancora due costrizioni in capo a dieci secondi; l'aorta recisa di un bue si rinserrò sul dito introdotto nel suo interno, e ritornò al suo diametro anteriore, dopochè si ritirò il dito; un'altra appianò leggermente un cilindro di cera introdotto nella sua cavità, e permise dopo dieci minuti di ritirarlo facilmente. Mi convinsi sopra cavalli, che le arterie, staccate dal corpo, si rinserravano sopra i cilindri corrispondenti al loro calibro cui introducevansi nel loro interno; ma non vidi mai tale costrizione alternarsi col dilatamento.

7.° Osservò Verschuir (8) le arterie contrarsi pel contatto dell'ammoniaca, dell'acido solforico o dell'acido nitrico.

8.° Non fu testimonio di verun effetto provocato dal galvanismo (9). Pretendeva Osiander aver determinato alcune contrazioni nei vasi del cordone ombilicale tagliato, facendo agire sopra di essi l'eccitazione galvanica; ma, secondo Wedemeyer (10), il galvanismo non esercita influenza sopra le grosse arterie separate dal cuore, quantunque, negli animali viventi (11), determini questi vasi a rinserrarsi di un quarto ed anche di

(1) *De venarum et arteriarum vi irritabili*, p. 83.
(2) *Ivi*, p. 89.
(3) *Ivi*, p. 90.
(4) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I*, p. 444.
(5) *Ivi, t. VI*, p. 224.
(6) *Loc. cit.*, p. 241.
(7) *Loc. cit.*, p. 18.
(8) *Loc. cit.*, p. 81, 84, 88, 90.
(9) *Ivi*, p. 92.
(10) *Untersuchungen*, p. 36, 66.
(11) *Ivi*, p. 242.

circa la metà, locchè si accompagna dall' accrescimento di celerità nella circolazione.

9.° Moscati (1), Hunter, Parry (2) ed altri osservarono che le arterie denudate si contraggono talvolta, probabilmente per la impressione dell' aria. Il contatto dell'aria ferma una emorragia arteriosa; quindi le ferite delle arterie profonde sono più pericolose, e quelle delle arterie nicchiate entro cavità quasi sempre mortali. Accade però talvolta che, durante il corso stesso della osservazione, certi punti della estensione di un' arteria si contraggano con bastevole rapidità, senza causa valutabile, persistano qualche tempo in questo stato, e poi si dilatano, fenomeni di cui Parry (3) e Thomson (4) furono testimonii. Finalmente concludiamo, in alcune malattie, evvi stato spasmodico delle arterie allorquando troviamo il polso piccolo, duro e teso; giacchè questo stato non può procedere nè dalla pressione esercitata dai muscoli, nè da un mutamento dell' attività del cuore, e quando cessa lo spasmo, si avvicina il sudore e simili, il polso ritorna largo e molle.

§. 735. Passiamo ora alla valutazione di siffatti movimenti.

I. Dobbiamo innanzi tutto cercare di conoscerne la essenza, aspetto sotto cui bisogna, a dir vero, contentarci di determinare la classe alla quale essi appartengono, dopo essersi ben intesi sul carattere delle classi.

1.° La *elasticità* è una manifestazione della coesione che tende a mantenersi ristabilendo per costrizione il rapporto mutuo delle parti di un corpo, allorquando fu alterato da una potenza distensiva. Le arterie possedono questa proprietà. Fin tanto che la loro coesione non venne distrutta dalla putrefazione, finchè esse non passarono allo stato di rigidezza per effetto della disseccazione, raccorciansi quando si pizzicano, e si rinserrano allorchè distendonsi.

2.° Domina però, nell' organismo vivente, tra i solidi ed i liquidi, certa tensione meccanica, la quale non esiste più nel cadavere. I liquidi in generale ed il sangue in particolare (§. 693) godono della espansione al massimo grado, e distendono le parti solide al di là di quanto permette il loro grado speciale di coesione, sicchè queste hanno una propensione continua a rinserrarsi sopra sè stesse, e quando gli ostacoli spariscono, esse contraggonsi molto più di quello lo facciano dopo la morte. Tale forma dell'elasticità, che appartiene propriamente alla vita, e che dicesi *tonicità*, si

(1) *Giornale per servire alla storia della medicina, t. I, p.* 222.
(2) *Loc. cit., p.* 56.
(3) *Loc. cit., p.* 192, 64.
(4) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 441.

rinviene più o meno in tutti gli organi molli, ed osservasi per conseguenza anche nelle arterie. Durante la vita, le arterie sono resistenti, a motivo del liquido imprigionato dalle loro pareti; contraggonsi esse dopo essere state tagliate e si rinserrano dopo essere state distese, molto più di quanto avvenga loro nel cadavere; sicchè, praticandovi una puntura, il sangue esce in forma di getto (§. 734, 4.°), fenomeno che non accade dopo la morte.

3.° Finalmente la *forza muscolare* dipende bensì dalla coesione, ma non differisce dalla elasticità pel solo grado, come fa la tonicità; se ne allontana eziandio sotto l'aspetto della qualità, ed appartiene egualmente alle arterie. Per quello spettasi al rapporto quantitativo, occupa essa il più alto posto, e provoca un rinserramento più forte della tonicità, la quale essa stessa opera più validamente della elasticità. Ma si distingue eziandio riguardo alla qualità.

a. Risiede essa in fibre, le quali, per loro natura, lasciano scorgere le alternative di contrazione e di espansione, mentre che la elasticità e la tonicità operano in modo permanente. Nelle osservazioni riportate (§. 734, 2.°), le arterie si contraevano e si distendevano alternativamente, mentre che per virtù di sua tonicità, il tessuto cellulare persiste senza veruna oscillazione, nello stato di costrizione in cui fu posto.

b. La tonicità, come elasticità vivente, dipende unicamente da circostanze meccaniche, la qual cosa fa sì che le sue manifestazioni variano secondo che la coesione viene determinata dalla proporzione della umidità o dalla temperatura, come scorgesi, verbigrazia, lo scroto contrarsi sotto la influenza del freddo. La forza muscolare, all'opposto, viene sollecitata ad ispiegare i suoi effetti mediante influenze, le quali non cambiano nè la situazione delle parti, nè lo stato di coesione, ma solamente lo stato interno della vita, e che in conseguenza indichiamo col nome generico di stimolo, pel motivo che invece di agire direttamente e produrre mutazioni materiali proporzionate alla loro forza meccanica, esse sollecitano soltanto la forza motrice vivente interna a manifestarsi.

c. Le arterie possedono una forza motrice capace di essere posta in azione dagli stimolanti. Infatti, secondo le osservazioni da noi riportate (§. 734, 6.°, 7.°, 8.°), esse contraggonsi sotto la influenza di diverse stimolazioni, meccaniche, chimiche e galvaniche.

d. Siccome la loro contrazione si connette all'attività vivente, cessa colla morte. Vide Verschuir (1) alcune arterie cui una irritazione meccanica

(1) *Loc. cit.*, *p.* 90.

aveva determinato ad entrare in contrazione, dilatarsi dopo la morte, e Parry osservò lo stesso fenomeno sopra quelle che eransi rinserrate dopo aver perduto tutto il loro sangue ; la proporzione tra il diametro che esse presentavano allora e quello che offrivano prima dello scolamento del sangue, era di 1 : 1,78 durante la vita, 1 : 1,35 dopo la morte, ed 1 : 1,25 cinque minuti più tardi.

e. La irritabilità si esaurisce pel solo fatto dell' eccitamento, senza che scorgasi verun mutamento meccanico. Riconobbero Verschuir (1) e Wedemeyer (2) che, quando le arterie erano state determinate a contrarsi pel raschiamento con uno scalpello o pel galvanismo, l'uso ripetuto degli stessi mezzi di eccitazione non provocava più in esse che poca o niuna reazione.

f. La forza muscolare si manifesta diversamente secondo lo stato interno della vita. Allorquando Verschuir (3) irritava un'arteria crurale con lo scalpello, scorgeva un ramo lontano dal punto stimolato contrarsi per la estensione di un pollice, poi ritornare al suo calibro primitivo. Medesimamente, diverse arterie, stimolate in un punto, si rinserravano sopra due in cinque (4), sicchè gli interstizii contenevano appena il doppio di sangue.

g. Finalmente, qualche tempo dopo la morte, non si osserva più veruna traccia d' irritabilità nelle arterie. Lo stesso acido nitrico, sebbene determini sempre un raggrinzamento, non provoca più movimenti simili a quelli cui cagiona durante la vita (5).

II. Se paragoniamo la forza motrice delle arterie con quella degli altri organi, troviamo che essa presenta un carattere particolare, il quale sembra essere in armonia colla natura delle sue fibre (§. 733, 1.°).

4.° La contrazione delle arterie si osserva di rado. Il maggior numero delle esperienze di Verschuir rimasero senza risultato, sebbene i muscoli soggetti alla volontà e gli intestini si mostrassero per anco irritabili. Haller (6), Bichat e Magendie (7) furono indotti dalla inutilità dei loro tentativi a negare assolutamente la irritabilità delle arterie.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 84.
(2) *Untersuchungen*, *p.* 242.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 89.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 83, 85, 90, 91.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 90.
(6) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 299.
(7) *Giornale di fisiologia*, *t. I*, *p.* 106.

5.° La contrazione non accade che lentamente. Fu obbligato Hastings (1) di raschiare l' arteria crurale di un gatto per dieci minuti prima che essa si contraesse. La irritazione cagionata dall' ammoniaca o dall'essenza di terebintina aveva egualmente bisogno di durare molti minuti. Il galvanismo, secondo Wedemeyer (2), non opera neppur esso ad un tratto, come fa sopra il cuore od i muscoli soggetti allo impero della volontà.

6.° La contrazione non è già una convulsione momentanea; bensì un rinserramento che persiste. Dopo il raschiamento con uno scalpello, Verschuir (3) la vide durare due ore sull' arteria renale, Hastings un quarto di ora sopra l' arteria crurale, e mezz' ora sull' aorta. Secondo Wedemeyer (4), essa dura dai dieci minuti fino a molte ore dopo la galvanizzazione.

7.° Non è uniforme. Al detto di Verschuir (5), accadeva, sullo stesso individuo, in alcune arterie e non in altre. La riscontrò quest'osservatore altresì sopra le arterie di un lato e non sopra le corrispondenti del lato opposto (6), o soltanto sopra taluno dei rami di un solo e stesso tronco (7).

8.° Finalmente segue essa diverse forme, secondo Hastings (8). Ora consiste in certa costrizione anellare simile a quella che risulterebbe dall'applicazione di un filo; ora essa ha maggior estensione; talvolta il rinserramento e la espansione avvengono insieme, sicchè il vaso sembra nodoso; talvolta questi due fenomeni si succedono uno all' altro.

III. Stanno adunque riunite nelle arterie diverse forze motrici; vi si trova la elasticità, che appartiene altresì alla materia non vivente, la forma di questa elasticità che riceve dalla vitalità i caratteri della tonicità, e la forza muscolare propria della vita animale, ma che è qui soltanto debolmente sviluppata, in certa guisa analoga a quella del tubo intestinale, della vescica orinaria e della matrice, sebbene ancora meno sensibile, e più appropriata a produrre un effetto sostenuto che venga in soccorso della tonicità. La forza meccanica e la forza vivente sono per così dire fuse insieme, e la prima predomina nelle arterie, mentre la seconda impera nel

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. VI, p.* 224.
(2) *Untersachungen, p.* 242.
(3) *Loc. cit., p.* 85.
(4) *Untersuchungen, p.* 242.
(5) *Loc. cit., p.* 90.
(6) *Loc. cit., p.* 83, 84, 88.
(7) *Loc. cit., p.* 81.
(8) *Loc. cit., p.* 227.

cuore. Quanto alla parte che l' una e l' altra si pigliano al corso del sangue, la forza meccanica deve produrre un effetto proporzionato alla causa per la quale è sollecitata. Se adunque l' arteria si dilata e si allunga sotto la influenza dell' onda di sangue lanciata dalla diastole del cuore, essa si rinserra e si raccorcia poscia pel fatto della sua elasticità, sicchè il sangue continua a camminarvi durante la diastole del cuore.

Allorquando, in una tromba, il liquido posto in movimento dall'urto dello stantuffo, opera lateralmente sopra un corpo elastico e lo pone in istato di tensione, questo corpo, dopo aver ricevuto l'urto dello stantuffo, ritorna alle sue condizioni anteriori di coesione, e spinge ancora il liquido, in guisa che questo fluisce non a saltelli, ma senza interruzione. Se, in una tromba a fuoco, tale effetto proviene dal fatto che il getto di acqua comprime, durante l' urto dello stantuffo, l' aria rinchiusa nella caldaia, e che continua a spingerla per virtù della sua espansibilità, la continuità della corrente nelle arterie (§. 714, 1.°) può dipendere dall' essere la colonna di sangue che aveva disteso il vaso durante la sistole del cuore, spinta, durante la diastole di questo, dalla contrattilità del vaso che entra allora in azione. Tale confronto fu stabilito da Steinbuch (1), Arnott (2) e Weber (3). Può servirci ad ispiegare come la corrente continui bensì durante la diastole del cuore, ma diventi più debole, atteso che la elasticità dell' arteria non ha tanta potenza quanto la forza muscolare del cuore. Però se confrontiamo la contrazione visibile dell' arteria (§. 710, II) con la corrente che avviene durante la diastole del cuore, essa ne apparisce tanto poco considerabile in proporzione della corrente, da tornarne difficilissimo il considerarnela come l' unica causa. D' altronde, siccome non avvengono contrazioni nei rami ridotti a piccolo calibro (§. 710, 2.°), neppure spesso nei grossi rami e nei tronchi (§§. 710, 3.°; 720, III), e che, d'altra parte, la colonna del sangue posta in movimento dalla impulsione del cuore non può entrare in riposo immediatamente dopo quest'ultima, l'effetto consecutivo della impulsione deve essere la causa principale che fa continuare la corrente, ma indebolendosi, assistita tuttavia dalla contrazione, quando se ne opera una. Allega Wedemeyer, in appoggio della opinione secondo cui la remissione della corrente sanguigna dipenderebbe dalla elasticità delle arterie, che l' acqua injettata a saltelli nell' arteria crurale di un cadavere fluisce, per le arterie aperte della gamba, in modo

(1) *Hufeland, Journal der praktischen Heilkunde*, 1815. *fasc.* 3, *p.* 9.
(2) *Elemente der Physik*, *t. I*, *p.* 461.
(3) *Anatomie des Menschen*, *t. III*, *p.* 70.

non già intermittente, ma remittente (1); pure non è possibile paragonare lo scolo di quest' acqua a quello del sangue che accade durante la diastole del cuore.

Ma la forza muscolare dell' arteria non può prendervi veruna parte, giacchè, secondo quanto precede (4.°-7.°), essa si manifesta di rado, con lentezza, in modo continuo e senza uniformità, in conseguenza ha carattere affatto diverso da quello delle pulsazioni, e deve avere un altro scopo (§. 750). Ammette Arnott (2) che essa agisca simultaneamente colla forza muscolare del cuore, e che, durante la sistole di quest'organo, compartisca alle arterie certa rigidezza in virtù della quale possono desse propagare l' effetto della sistole così bene come se esse fossero tubi metallici; ma la resistenza che distingue l' arteria vivente e piena dall' arteria del cadavere non è che la manifestazione della elasticità modificata dalla vita, od, in altre parole, della tonicità.

2. Vasi capillari.

§. 736. I vasi capillari,

I. Eseguiscono una contrazione in alcune circostanze.

1.° Non si possono injettare durante la rigidezza cadaverica (§.634, 4.°). Bell, ad esempio (3), trovò, sopra una tartaruga, impossibile la injezione subito dopo la morte, per quanta forza usasse, mentre nel domani essa effettuavasi facilmente. Tale fenomeno però non prova che siavi forza muscolare, dappoichè la sostanza organica in generale si condensa durante la rigidezza cadaverica (§. 635, 1.°).

2.° Allorquando si escide una parte, il sangue scappa dai vasi capillari, pel motivo che eravi dapprima compresso, e che allora l'effetto della pressione trovasi distrutto; gli stessi capillari si rinserrano in tal caso, da un lato perchè ritornano al loro diametro naturale, dall' altro pel motivo che dopo essersi prodotto un vuoto nel loro interno, la pressione delle parti circonvicine e quella dell' atmosfera li costringe ad avvizzirsi (§. 731, 5.°).

3.° I vasi capillari tagliati per traverso si rinserrano al contatto dell'aria fresca e cessano di mandar sangue. Tale fenomeno diviene ancora più sensibile collo sfregamento del dito, o coll'applicazione dell'acqua fredda,

(1) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 339.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 463.
(3) *An essay on the forces by which circulate the blood*, *p.* 35.

dell' acqua salata, dell' alcool. Nella guisa stessa, che nella infiammazione della cornea trasparente o della congiuntiva, la instillazione della tintura di oppio determina spesso certa costrizione istantanea dei vasi capillari distesi, così osservasi questo fenomeno, mediante il microscopio, durante l'azione degli stimolanti meccanici, chimici e galvanici, e vedonsi i capillari distendersi quindi di nuovo (1). Thomson, in più di cento esperienze sulla membrana natatoia delle rane, vide i capillari contrarsi nello spazio di due minuti dopo l'applicazione dell'ammoniaca, e solo in tre casi la esperienza non riescì; la contrazione si estendeva per ogni lato a certa distanza dal punto irritato, e potevasi riprodurla tre in quattro volte nello spazio di un quarto di ora (2). Hastings (3) fece analoghe osservazioni. Finalmente, certi liquidi irritanti, injettati nelle arterie di un animale vivente, determinano poco a poco la costrizione dei vasi capillari. Ma tutti questi fenomeni non indicano già che essi possedano una forza motrice propria; provengono soltanto da cambiamenti di coesione, di cui gli uni sono l' effetto immediato della temperatura e delle circostanze chimiche, mentre gli altri dipendono da un mutamento sopraggiunto nel rapporto degli organi col corso del sangue.

II. Gli stessi capillari non esercitano veruna influenza sul corso del sangue. Finchè questo liquido fluisce nel loro interno, essi rimangono compiutamente immobili, e quando contraggonsi non possono che intercettare le correnti, come osservò Thomson.

3. Vene.

§. 737. Riguardo alle vene,

I. Il sangue che fluisce nel loro interno è men vivente, ed esse stesse appariscono possedere soltanto lieve vitalità. Le loro pareti sono più sottili, più floscie e provvedute d' infinitamente men nervi di quelle delle arterie. Le loro fibre sono sparse, poco visibili e longitudinali; pretende Magendie (4) che siano intrecciate le une colle altre in tutte le direzioni, opinione che non sembra meglio fondata di quella di Marx (5), il quale, indipendentemente dalle fibre longitudinali, ammette eziandio uno strato interno di fibre anellari; giacchè queste sono apparenti soltanto nella

(1) *Wedemeyer, Untersuchungen, p.* 325.
(2) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 443.
(3) *Ivi, t. VI, p.* 228.
(4) *Compendio elementare, t. II, p.* 215.
(5) *Diatribe de structura atque vita venarum, p.* 15.

vena cava anteriore dei cavalli e delle bestie bovine. Le vene cedono maggiormente e si rinserrano meno; spesso esse non risultano intieramente piene di sangue, talvolta eziandio si trovano vuote, senza che siano contratte, sicchè punte non danno sangue. Tuttavia la forza motrice non è già loro affatto estranea.

1.° Secondo Marx (1), esse rinserransi talvolta all' aria. Bichat le vide, in certi casi, tendersi maggiormente sopra diversi punti della loro estensione. Nello stato generale di spasmo, aperte non danno sangue

2.° Accade loro talvolta di chiudersi dopo essere state tagliate per traverso (2). D'ordinario si raccorciano alquanto, ciò che non avviene più sul cadavere.

3.° Qualche volta si vuotano, secondo Beclard, quando le arterie furono legate.

4.° Se intercettansi fra due legature, e si pungano, emettono talvolta il proprio sangue sotto forma di zampillo. Vide Marx (3) la vena crurale di un cane slanciare questo liquido all' altezza di due piedi; ma quando essa era stata preventivamente irritata cogli acidi, lo lasciava scorrere soltanto a fiotti.

5.° In certi casi osservaronsi in esse traccie d' irritabilità. Allorquando Verschuir irritava leggermente la vena giugulare di un cane collo scalpello, essa batteva e spingeva il sangue con maggior rapidità (4); vide la stessa irritazione determinare la contrazione di una fra le vene iliache, e non quella della vena del lato opposto (5). Hastings osservò, in dieci casi, che la vena auricolare dei conigli si contraeva sotto la influenza irritante dello scalpello. La vena giugulare dei cani, toccata da Verschuir (6) cogli acidi, si rinserrava. Comprovò Hastings lo stesso effetto sopra una vena mesenterica e sulla vena giugulare esterna, mentre che la vena cava dello stesso cane non dava veruna traccia d' irritabilità; la vena auricolare di un coniglio si contrasse cotanto fortemente che appena il sangue poteva ancora scorrere nel suo interno. (7). Marx (8) vide la vena giugulare di un cane, sopra cui lo scalpello, l' alcool, l'aceto e l'acido idroclorico erano rimasti

(1) *Ivi*, *p.* 78,
(2) *Oesterreicher*, *Lehre vom Kreislaufe*, *p.* 135.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 76.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 82.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 91.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 88.
(7) *Meckel*, *Deutsches Archiv*, *t. VI*, *p.* 232.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 73.

senz' azione, ridursi ad una linea di diametro per la influenza dell' acido solforico allungato, e la vena cava tagliata per traverso lasciar fluire il sangue con maggior prontezza, quando egli versava acido solforico sui rami. Dopo la morte (1) non osservò più verun effetto dal lato degli acidi, come altresì Hastings (2) riscontrò che allora le vene si scoloravano bensì, ma non si contraevano, come pur accade loro durante la vita. Una volta Verschuir (3) vide il contatto del dito caldo determinare il rinserramento della vena giugulare. Giusta le osservazioni di Wedemeyer (4), il galvanismo, lungi dal far rinserrare le vene, le dilata, all' opposto, e rallenta il corso del sangue.

II. I tronchi venosi,

6.° Possedono un' irritabilità squisitissima. Lancisi e Senac (5) rianimarono, mediante il calore, il soffiamento e le punture, i movimenti rallentati e già estinti della vena cava. Secondo Verschuir (6) i tronchi venosi dei cani conservano la loro irritabilità per un quarto di ora dopo cessata la vita generale, e più alla lunga del cuore. Vide Haller la vena cava battere più rapidamente allorquando esso la irritava con una spilla o cogli acidi, mentre che la stessa irritazione, portata sopra la vena polmonare e l' aorta, rimaneva senza effetto (7). Secondo Marx (8), l' acido solforico riduce il calibro della vena cava anteriore da cinque linee e mezzo a quattro e mezzo. Osservò Hastings (9) lo stesso fenomeno toccando la vena cava posteriore del gatto coll'acido nitrico, e quando egli fece agire questo acido sopra la vena polmonare, tutti i rami entrarono in movimento, mentre che dapprima la vena intiera non aveva dato verun segno di pulsazione. Vide, d'altronde, Spallanzani (10) in un pulcino morto di emorragia, la vena cava anteriore ridursi al dieciottesimo, e la posteriore al nono del suo diametro primitivo.

7.° I tronchi venosi pulsano in vicinanza del cuore (11), il quale sembra contenere la causa di questo movimento, sia perchè la sua diastole

(1) *Loc. cit.*, *p.* 81.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 233.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 86.
(4) *Untersuchungen*, *p.* 242.
(5) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 38.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 83.
(7) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 147.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 74.
(9) *Loc. cit.*, *p.* 232.
(10) *Loc. cit.*, *p.* 346.
(11) *Haller*, *Opera minora*, *t. I*, *p.* 145.

vuota subitamente la parte più vicina ai tronchi venosi, e che la sua sistole favorisca la sua replezione, l'accresca eziandio mediante il reflusso del sangue (§. 708, 1.°), o perchè l'azione delle orecchiette strascini quella dei tronchi venosi vicini. Se avviene il primo caso, i tronchi venosi e le orecchiette si trovano sempre in uno stato opposto, locchè avveniva evidentemente nelle osservazioni sopra citate (§. 722, 9.°); se verificasi il secondo caso, i tronchi venosi e le orecchiette riempionsi e vuotansi alternativamente (§. 722, 3.°), come pretendono Oesterreicher (1) e Barkow (2). Molti fisiologhi, per esempio, Senac (3), Haller (4), Soemmerring (5) e Wedemeyer (6), attribuiscono ai tronchi venosi pulsazioni proprie, atteso che le vene cave spingono ancora il sangue nell'orecchietta, quando questa già cessò di agire, locchè aveva determinato Stenson a dargli l'epiteto di *ultimum moriens;* medesimamente, esse agiscono ancora dopo essere state separate dal cuore, come osservarono Senac (7), Verschuir (8) e Sarlandiere (9); quando si legano, esse vuotansi nel cuore, e dopo che si tolse la legatura, esse riempionsi di nuovo, come vide Verschuir (10). Però tutti questi fenomeni si spiegano o mediante la forza assorbente o mediante la forza compressiva del cuore, col concorso della ferita, e la pulsazione propria dei tronchi venosi rimane un fatto tanto meno provato, in quanto non si osservò che dopo la legatura di questi vasi, tanto dal lato del cuore che dal lato dei capillari, o quando facevansi agire sopra di essi degli irritanti, essi non limitavansi soltanto a ristringersi, ma eseguivano realmente delle pulsazioni.

B. *Cause inerenti al sangue.*

§. 738. Giusta le ricerche, alle quali ci siamo finora dedicati, la parete propriamente detta della carriera percorsa dal sangue, o la membrana vascolare comune, è una condensazione od il coagulamento della sostanza organica analoga ai tessuti epidermoidi, che manca in generale di attività

(1) *Loc. cit.*, *p.* 133.
(2) *Meckel, Archiv fuer Anatomie,* 1830, *p.* 5.
(3) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 37.
(4) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 175, 223.
(5) *Gefaesslehre*, *p.* 418.
(6) *Untersuchungen*, *p.* 20, 188.
(7) *Loc. cit.*, *p.* 138.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 83.
(9) *Loc. cit.*, *p.* 17.
(10) *Loc. cit.*, *p.* 85.

vitale ed in particolare di forza motrice propria. Alla periferia del sistema, il sangue entra in conflitto vivente col resto della sostanza organica, e là non è più circondato che da questa membrana vascolare, la quale, colla sua presenza, lo mantiene allo stato di esistenza indipendente, senza però angustiare per nulla il conflitto; i vasi capillari non hanno adunque forza motrice propria, la quale possa determinare il corso del sangue. All'opposto nel centro del sistema, ove il sangue è accumulato in più grandi masse, le sue relazioni coll'organismo non si manifestano che pella sua corrente; la vita esterna, il movimento, si dispiegano qui in modo più potente, e la carriera che il sangue percorre si sviluppa mediante un deposito di massa muscolosa alla superficie della membrana vascolare, in un organo dotato di energica mobilità, il quale, esso stesso, a titolo di organo speciale e suscettibile di rimovimento, è circondato di membrana sierosa. Per tal guisa il cuore determina il corso del sangue mediante la sua forza motrice. Ma il corso del sangue non corrisponde mica sempre ai movimenti del cuore, ed esso effettuasi eziandio quando questo manca; in conseguenza il cuore non n'è che l'organo e non la causa essenziale; esso fa soltanto che ad un grado superiore di organizzazione il movimento del sangue, che dipende da altra causa, costituisca una manifestazione particolare della vita, o compiasi sotto forma di una funzione speciale. Ora, le arterie e le vene potrebbero determinare il corso del sangue allorquando esso non corrisponde ai movimenti del cuore, e produrlo quando il cuore non esiste; infatti, esse non differiscono da lui che sotto l'aspetto della quantità, dappoichè sono provvedute di muscoli e di nervi, e dotate di forza motrice vivente. Questa forza però è troppo debole per poter determinare da sè sola il corso del sangue, anzi neppur contribuirvi; la pienezza della vita si manifesta soltanto ai punti opposti del sistema, alla periferia come conflitto chimico-dinamico, al centro qual forza motrice indipendente; i raggi, arterie e vene, sono anelli intermedii, per così dire passivi, nei quali le qualità dei due poli si trovano ridotte alla indifferenza, sicchè la forza motrice va sempre diminuendo secondo che ci allontaniamo dal cuore, ed il conflitto vivente, per esempio, la secrezione e l'assorbimento, secondo che ci allontaniamo dai vasi capillari. Negli ultimi gradi della scala della organizzazione, si riconosce in modo ancora più positivo che la propulsione del succo vitale non dipende da una forza motrice delle pareti. La circolazione parziale nell'interno di una cellula vegetabile accade senza che questa eseguisca il minimo movimento, e senza che sianvi canali conduttori; il sevo ascende in semplici interstizii, nei meati intercellulari, e quando ascende altresì entro vasi proprii, non solo

non iscorgesi in questi veruna traccia di movimento, ma inoltre non puossi considerare la capillarità come causa del fenomeno, dappoichè il sevo si innalza all'incirca di venti piedi in un tubo adattato alla estremità di un tralcio di vite tagliato per traverso, mentre la capillarità non è che una forma dell'adesione, e può bensì attrarre un liquido entro un vaso capillare ed anche farvelo ascendere, non mai però farlo pervenire al di là dei suoi orli. Medesimamente negli animali che non hanno sangue, il corpo intiero s'imbeve del succo vitale, che non è per anco distinto dagli altri umori; questo succo sembra adunque muoversi per virtù di una forza che gli appartiene specialmente. Ora, siccome la causa essenziale di tale movimento deve essere la stessa nei più alti gradi della organizzazione del pari che nei più bassi, e che in realtà la causa fondamentale del corso del sangue non risiede mica nelle pareti, così bisogna che la cerchiamo nel sangue stesso, a meno che essa non sia contenuta per qualsivoglia maniera nell'interno del sistema vascolare. Ci faremo ad esaminare questa ipotesi sotto l'aspetto della sua probabilità (§. 739), dopo di che peseremo gli argomenti empirici che parlano in suo favore (§. 740).

§. 739. Se il sangue muovesi da sè stesso, ciò non può essere che per virtù del rapporto mutuo delle sue molecole, o per effetto di una forza propria alla sua massa.

1.° Secondo Doellinger, i globetti del sangue sono allo stato di antagonismo interno, da un lato individuali ed indipendenti, dall' altro lato parti di un tutto e non sussistenti che rapporto alla massa. Per tal guisa essi attraggonsi e rispingonsi, muovonsi e vengono posti in movimento, si separano dal sistema del sangue e cercano riunirsi (1). Comprenderebbesi malissimo l'autore, ove si credesse scorgere colà altra cosa che un concepimento ideale del fenomeno della formazione, e se si credesse ch' egli abbia voluto così pingere la causa determinante del movimento del sangue. Se i globetti del sangue erano in continuo stato di attrazione e di ripulsione gli uni riguardo agli altri, non potrebbe avvenire una circolazione continua. La semplice vista del corso del sangue (§§. 688, 2.°; 713, 1.°) ne insegna che i globetti camminano nella stessa direzione uno a lato dell'altro, ed in seguito gli uni degli altri, e che essi comportansi con assoluta indifferenza gli uni riguardo agli altri. Per dir vero, in certe circostanze, essi attraggonsi e rispingonsi, locchè produce una specie di fluttuazione. Così Haller (2) vide che, quando erasi accumulato sangue in

(1) *Denkschriften der Akademie zu Muennchen, t. VII, p.* 225.
(2) *Opera minora, t. I, p.* 127, 239.

maggior copia in un'arteria, vi affluiva da tutti i rami ; questo liquido recavasi ad un ramo aneurismatico, ma non tardava a ritornare nella corrente ; se accumulavasi sangue sopra due punti, si manifestava un'*oscillazione tra queste due masse magnetiche*, tra le quali i globetti sembravano oscillare finchè fossero rattenuti da una di esse; in un caso in cui eransi sparsi, per la ferita di una vena, tra le lamine del mesenterio, nuotarono in modo che la vena alternativamente gli assorbiva e gli lasciava uscire. Osservò pur spesso Spallanzani (1) che eravi attrazione mutua fra i globetti. Giusta un'osservazione praticata da Koch, il sangue scorreva per la ferita di un' arteria della membrana natatoja di una rana, divergeva sotto un'angolo acuto, penetrava in un vaso capillare vicino che era aperto, e passava così nella vena (2). Baumgaertner osservò egualmente (3) che, nel numero dei globetti del sangue che eransi ammonticchiati presso un' arteria della coda tagliata di un girino di rana, e di mezzo ai quali quelli che venivano dietro essi mantenevano certo movimento, se ne rinveniva uno, il quale s'introduceva fra gli altri, descriveva un piccolo arco per andar a raggiungere l'apertura di un capillare vicino, s' insinuava entro, ed era allora seguito da altri ancora, i quali rientrarono così seco nelle vene. Allorquando una grande massa di sangue è stagnante, il liquido trovasi attratto verso di essa, e rifluisce dai rami nei tronchi ; per tal guisa, in simil caso, osservasi ordinariamente il movimento regolare nelle vene ed un movimento retrogrado nelle arterie. Ma quest'azione dei globetti gli uni sugli altri non effettuasi che quando cessi d'agire la forza che li pone tutti in movimento ; essa non può adunque operare il corso del sangue.

(Esaminando col microscopio una goccia di sangue di rana, i cui globetti siano molto sparsi, con o senza acqua, scorgesi dapprima l'incrocicchiamento che accade in tutti i liquidi contenenti globetti, il latte ad esempio, quando si misero in movimento, e che dipende da cause puramente meccaniche. Più tardi, allorchè i globetti si tranquillizzarono, se osservasi con molta attenzione, se ne scorgono taluni riavvicinarsi lentissimamente fin al punto di toccarsi. Non ho mai potuto riscontrare questo fenomeno nel sangue umano, pel motivo che esso si coagula troppo prestamente, e che la evaporazione si effettua con troppa rapidità, quando la goccia occupa una larga superficie) (4).

(1) *Loc. cit.*, *p.* 382.
(2) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1827, *p.* 443.
(3) *Beobachtungen ueber die Nerven und das Blut*, *p.* 108.
(4) *Giunta di G.-Muller.*

Ma se la forza motrice esiste nel sangue in massa, può dessa risiedere o in una sostanza motrice, la quale sarebbe mescolata con questo liquido, o nella sostanza dello stesso sangue.

2.° La prima teorica è quella di Rosa, secondo la quale il sangue produce la pulsazione delle arterie; ma, siccome questo fluido non batte nelle vene, così Rosa attribuisce il fenomeno non al sangue stesso, ma alla parte eterea ed elastica dell'aria, cui esso attinse nei polmoni (1). Questa è però una teoria mistica, vale dire non si appoggia sopra l' analogia di fatti certi, ma sopra una forza speciale ignota e collocata fuori dell' esperienza. Non conosciamo parte eterea nell' aria, ned abbiamo veruna idea di alternative regolari di espansione e di contrazione prodotte dall' aria mescolata con un liquido; vediamo che il sangue fluisce eziandio senza pulsazione, e che l' arteria polmonare pulsa prima che il suo sangue sia giunto nei polmoni; finalmente possiamo bensì colla respirazione arteficiale condurre aria al sangue polmonare, ma non mantenere il corso del sangue in modo permanente.

3.° Fa d' uopo adunque che una forza motrice propria appartenga allo stesso sangue, e qui i nostri sguardi si rivolgono dapprima sui globetti. Ma non possiamo contentarci di ammettere nei globetti un istinto speciale che gli spinga al dinanzi, e senza del quale la forza del cuore produrrebbe poco effetto (2); giacchè se s' intendesse dire con ciò che il sangue cammina, perchè è di sua natura il camminare, sarebbe di fatti rinunciare a qualunque spiegazione.

4.° I globetti del sangue ne compariscono come elementi organici. Dice Autenrieth, parlando di essi (3), che sono parti molli, e quindi suscettibili di movimento vitale. Ma la possibilità non dà già la realtà; altrimenti anche i nervi dovrebbero muoversi. Gruithuisen (4) crede provare la natura animale e la forza motrice di questi corpuscoli mediante la contrazione che fa loro comportare lo stimolo dell' acqua. Ma la irritabilità animale si manifesta mediante la proprietà posseduta da una parte di rimuoversi sotto la influenza di una causa eccitante, e di ritornare poscia alle sue primitive condizioni; ora, cambiando forma, coesione ed estensione, mediante il loro immergimento nell'acqua, i globetti del sangue perdono la propria esistenza. Tutto questo adunque costituisce un effetto

(1) *Giornale per servire alla storia della medicina*, t. I, p. 149, 189.
(2) *Doellinger, Was ist Absonderung?* p. 49.
(3) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 149.
(4) *Beitraege zur Physiognosie*, p. 93.

puramente chimico, simile al cambiamento che ogni sostanza soffre pel fatto di sua dissoluzione in un mestruo qualunque.

5.° I globetti del sangue hanno analogia con gli esseri organici. Dal conservare essi la loro determinazione e la propria individualità, Doellinger concluse (1) che abbiano una vita analoga a quella degli infusorii. Ma colà si tratta piuttosto di un'analogia che di una identità. I globetti del sangue non possono mantenere la propria individualità alla maniera degli esseri organici, ed ogni cosa prova in essi che dipendono dalla vita dell' organismo. Si confondono insieme dacchè il cuore cessa di battere e che il sangue si ferma. Si mostrano quasi altrettante masse senza vita allorquando il sangue sia sottratto alla sfera di azione dell' organismo vivente. Ne compariscono come parti organiche, le quali, al pari di tutte le altre, serbano una forma speciale. Li rende poi affatto delimitati, l' attenersi essi all' organismo soltanto pel mezzo liquido in cui nuotano. Se il laccio che li connette al tutto è un liquido e non un solido, da ciò puossi soltanto conchiudere essere dessi quelle fra le parti organiche nelle quali la mobilità giunse al massimo grado. Dappoichè esistono altresì organismi fissati, radicati, saremmo egualmente fondati, volendo giudicare colla scorta delle circostanze di figurazione, a riguardare tutte le parti organiche, eziandio il più minuto pelo, quali esseri organici speciali, ciocchè effettivamente taluni si permisero, sagrificando il carattere serio della scienza ai frivoli giuochi della immaginazione.

6.° Dice Mayer (2) che i globetti del sangue sono animali primarii, dotati di vita anatomica, di forza motrice, dei sensi e della facoltà di metamorfizzarsi. Diffatti, chiunque attribuisce un movimento proprio al sangue deve giungere ad idee consimili, perchè non avvi già, nella intiera natura, movimento primordiale spontaneo, indipendente da una impulsione, prescindendo da quello determinato dall' anima. Quando si osservano in un corpo certi movimenti la causa meccanica dei quali è sconosciuta, il volgo trovasi tentato di credere questo corpo vivente, vale dire animato, ed appunto per essere il mercurio dotato della proprietà di scorrere lo si chiamò argento vivo. Era quindi possibile che ad un primo sguardo della circolazione si ponessero i globetti nel novero degli esseri viventi, e si credesse scorgere nelle correnti del sangue prodotte dalla putrefazione (§. 638, 2.°), il ridestamento della vita, eziandio un genio accusatore dell' uccisore sconosciuto. La dottrina mistica della vita propria dei

(1) *Denkschriften*, *t. VII*, *p.* 186.

(2) *Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe*, *p.* 76.

globetti, segna un passo retrogrado mosso verso queste credenze popolaresche; giacchè dessa risulta mistica in quanto dichiara i globetti atti a muoversi da sè stessi e quindi animali, sebbene non iscorgasi in loro verun segno di vita animale. Non si conosce invero verun animale, il quale corra senza fermarsi finchè perisca, e che, senza movimento individuale, senza volontà ad esso appartenente, compia incessantemente la stessa carriera in armonia perfetta coi suoi simili. Vediamo il corso del sangue cambiar direzione secondo che variano i bisogni della vita, affluire ora verso la matrice, per nutrire l' embrione (§. 346, 1.°), ora verso le mammelle per alimentare il neonato (§. 521), sviarsi dalla placenta dopo la nascita, per andare a raggiungere i polmoni (§. 508), prendere la via degli organi genitali all'epoca della pubertà, in una parola, dirigersi ovunque verso gli organi che giunsero al momento di svilupparsi; se tali movimenti, calcolati nello scopo dell' organismo, fossero operati da migliaia di animaletti, dovremmo concedere a questi esseri una saggezza ed un disinteresse senza esempio sopra la terra. Pure tali pretesi animaletti non sono già scevri di capricci; giacchè facendoli passare immediatamente dalle vene di un animale sano in quelle di altro animale della stessa specie a cui un'emorragia esauriente dissipò tutto il sangue, e di cui il cuore perdette già la sua irritabilità, essi cessano assolutamente di camminare. D'altronde, secondo Mayer (1), le granellature del succo vegetabile apparterrebbero alla stessa classe di animaletti elementari (biosferi, stoechiozoari), e costituirebbero quanto evvi realmente di vivente nella pianta; ma le loro correnti sarebbero mantenute dalla forza vitale, ciò che non torna facile a comprendersi, seppure non intendasi per forza vitale qualche cosa cui avvicinerebbesi allo spirito di complesso sul quale posa la politica.

7.° Ma se la testimonianza dei sensi va calcolata per qualche cosa nella valutazione di un fenomeno tanto capace di agire sui sensi come la circolazione, siamo costretti riconoscere che i globetti camminano e sono strascinati dalla corrente (§§. 688, 2.°; 713, 1.°) al pari delle bolle di aria mescolate accidentalmente col sangue (§. 715, 2.°), del cianuro di potassio (§. 716, 2.°) o di qualunque altro liquido estraneo cui introducesi nei vasi. Laonde, se il sangue ha una forza motrice propria, essa non può risiedere che nella sua sierosità; locchè Schmidt (2) sembra ammettere; per suo avviso, il sangue non si muove, per la sua forza propria, che come massa, i globetti non camminano se non in quanto il tutto si muove, ed essi

(1) *Loc. cit.*, *p.* 48.
(2) *Ueber die Blutkuerner*, *p.* 43.

non cambiano di situazione gli uni riguardo agli altri. È però senza esempio che un liquido si muova per la sua propria forza, indipendentemente dall' affinità adesiva della pressione e della gravità. Non puossi ammettere tale ipotesi che in una teoria mistica.

§. 740. Se non ci è concesso concepire una forza motrice indipendente, forse tuttavia ommettemmo di prendere in considerazione qualche circostanza essenziale, ed i nostri dubbi sono allontanati dalla realtà. Dobbiamo adunque esaminare se i fenomeni, che invocansi in appoggio di questa forza, non si prestano già ad altro modo di spiegazione.

I. Aristotile attribuiva la coagulazione del sangue alle sue fibre, le quali, per divisamento di lui, erano capaci di contrazione e di espansione, alla maniera delle fibre muscolari (1). Fra i moderni, Hunter considerò egualmente tale fenomeno come un effetto muscolare ed una manifestazione di vitalità del sangue. Tourdes e Circaud pretendevano aver determinato, mediante il galvanismo, alcuni movimenti nella fibrina coagulata (2); ma la esperienza fallì tra le mani di altri osservatori. D'altra parte, Heidmann, esaminando col microscopio, od anche ad occhio nudo, il tessuto reticellato formato da una goccia di sangue coagulandosi, lo vide per dieci minuti eseguire movimenti continui, i quali avevano la massima analogia colle deboli contrazioni e dilatazioni delle fibre muscolari, e che l' applicazione del galvanismo faceva ricomparire, per due minuti ancora al margine della goccia (3). Trevirano (4) e Gruithuisen (5) osservarono eziandio siffatti movimenti di fremito, la cui intensità veniva aumentata dal galvanismo; se l' animale del quale Trevirano esaminava il sangue, era stato indebolito da emorragia o dalla sezione del midollo spinale, i movimenti erano illanguiditi o mancavano. Ma questi sono fenomeni rari, cui Schroeder (6) rilegò eziandio fra le illusioni di ottica. Ammettendo tuttavia che siano reali, non si può considerarli quali manifestazioni della vita, dappoichè avvengono soltanto durante la coagulazione; ora il cambiamento di coesione che effettuasi allora, e che è inseparabile dalla estinzione della vita del sangue, non potrebbe effettuarsi senza movimenti. Inoltre questi fenomeni non appartengono esclusivamente al sangue; si rinvengono altresì, secondo Schroeder (7), nel siero allungato e bollito, e secondo

(1) *Haller, Elem. physiolog., t. II, p.* 69.
(2) *Bollettino della Soc. filomatica, n.°* 71, *p.* 179.
(3) *Reil, Archiv, t. VI, p.* 425.
(4) *Biologie, t. IV, p.* 557, 655.
(5) *Beitraege zur Physiognosie, p.* 89.
(6) *Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam, p.* 59.
(7) *Loc. cit., p.* 70.

Trevirano nel liquido stesso dell'ovaia, ma specialmente nel liquore seminale delle rane.

II. Si diede ancor maggior importanza al movimento che il microscopio fa scorgere nel sangue recentemente tratto dai vasi (§. 687, 2.°). Ora producesi qua e là un turbine o vortice da cui si sparge una corrente di globetti; ora questi sono tutti senza eccezione agitati da movimento vorticoso (1) e muovonsi rapidamente gli uni fra gli altri, come formiche che si sturbarono nel loro formichiere (2). Se allora si scoprono alcuni cilindri tortuosi od una scintillazione illimitata, ciò costituisce l' effetto di una illusione ottica; ma il gorgogliamento è reale, giacchè lo si scorge al sole come eziandio alla luce diffusa, e cessa prima che sia scorso un minuto non solo, come dice Trevirano, nel sangue che allora comincia a coagularsi, ma inoltre nel crassamento, la cui coesione non cambia più in seguito che pel fatto della evaporazione. Però non possiamo considerarlo quale manifestazione di vita propria, giacchè :

1.° Non lo si scorge mai nell' interno del corpo; non lo si osserva che all' esterno del corpo, allorquando i globetti sono esposti all' aria, ed in procinto di decomporsi; non dura mai oltre un minuto; ma lo si scorge manifestarsi a qualunque epoca in cui staccasi una goccia di cruore dal resto della massa, per esaminarla col microscopio; per tal guisa lo riscontrò Schroeder (3) in ana goccia di sangue cui aveva estratto dalla vena cava mezz' ora dopo la morte; nel cruore ottenuto spremendo il crassamento formatosi da nove ore, vidi i globetti dell'orlo della goccia immobili, mentre che quelli del mezzo ascendevano e discendevano colla stessa vivacità ordinaria, s' incrociavano per ogni verso, locchè continuò fin al momento in cui lo goccia principiò ad inspessirsi.

2.° Il gorgoglio non ha già il carattere del movimento volontario. Alcuni infusorii si riposano, poi ad un tratto muovonsi, nuotano rapidamente, indi si rallentano, vanno ora da un lato ora dall'altro, in una parola si comportano diversamente frammezzo a circostanze identiche; ogni individuo differisce dagli altri ad un'epoca determinata, e da sè stesso ad epoche diverse. All'opposto, il movimento dei globetti del sangue è affatto uniforme; potrebbesi paragonarlo al bollimento di un liquido, in cui le parti scaldate ascendono, discendono e formano correnti frammischiate. Evvi assai men analogia col movimento volontario di un'animale che col movimento

(1) *Trevirano, Biologie, t. IV, p.* 655.
(2) *Gruithuisen, loc. cit., p.* 88.
(3) *Loc. cit., p.* 59.

peristaltico appartenente al canale intestinale, cui un solo pazzo potrebbe considerare come un animale a parte.

3.° Scorgonsi analoghi movimenti in altri liquidi organici, ai quali non possiamo attribuire nè vita propria nè movimento spontaneo. Bauer e Faraday videro i grumi di albumina che eransi prodotti di mezzo al siero conservato in un tubo di vetro, da quarantotto ore fin ad otto giorni, ascendere in linea retta nel mezzo del tubo, spargersi da ogni lato ad una linea dalla superficie, poi discendere immediatamente lungo le pareti, e giunti presso al fondo, rialzarsi con rinnovamento di rapidità (1). Scoperse Gruithuisen (2) nel tuorlo d' uovo di gallina covato, alcuni globetti di variabilissima grandezza, in parte altresì di forma mal limitata, che eseguivano movimenti lenti, ma continui. Schultze (3) osservò questo stesso movimento vorticoso nei globetti del latte e dei nervi, del pari che nei grumi del muco e del pigmento.

4.° Finalmente si rinvengono altresì in sostanze inorganiche e private di vita. Provò Roberto Brown che le particelle di qualunque corpo solido, di cui le più piccole sembravano essere sferiche ed avere 1/20000 di police di diametro, eseguivano, quando nuotavano in un liquido, certi movimenti, i quali, per la loro irregolarità, avevano molta analogia con quelli degli animaletti infusorii, e pretese che siffatte molecole, senza essere animate, sono però attive, che i loro movimenti non dipendono nè dall' impulsione, nè dall' evaporazione, da svolgimento di gas, dalla gravità, dalla attrazione o dalla repulsione. Siffatti movimenti sono incontrastabili ; ma, per quello concerne la loro causa, la spiegazione che ne dà Roberto Brown sembra essere insostenibile pei seguenti motivi (5.°-7.°) :

5.° La causa determinante di un movimento qualunque trovasi nell' interno od all' esterno del corpo che si muove. La materia è una esistenza esterna ; essa ha forze motrici, ma non le pone in azione che in certe condizioni, le quali si riferiscono alle relazioni di spazio ed agli antagonismi esterni ; la sola anima è un interno costantemente attivo, ed il solo corpo animato trova cause di movimento in sè stesso indipendentemente da qualunque circostanza meccanica esterna, vale a dire, si muove spontaneamente.

Per tal guisa le molecole di cui ragionasi devono essere animate, oppure non si muovono che in virtù di leggi meccaniche e non per una forza che loro particolarmente appartenga.

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. V, p.* 380.
(2) *Loc. cit., p.* 168.
(3) *Loc. cit., p.* 27.

6.° Se sono animate, troviamo anima e vita nelle parti elementari dei corpi inorganici mancanti di vita ed inanimati, e possiamo figurarci che, in altro modo di associazione, esse formino corpi animati e viventi. Ma già abbiamo riconosciuto che una riunione di simili molecole non potrebbe produrre verun organismo vivente (§. 312), ciò che rende vivente non consiste già in una pluralità di particelle, ma posa sul principio della unità del multiplo (§§. 262, 365, 7.°; 358, 5.°), e sopra l'infinito (§§. 367, 4.°; 476, 643). Evvi certamente una vita generale, ma colui che la cerca in una riunione di molecole, e non nella intuizione ideale, non la troverà mai e non giungerà mica a formarsi un' idea conforme alla natura della vita individuale considerata come forma speciale della esistenza.

7.° Ma, supponendo di voler credere che una roccia risulti di molecole viventi, la cui aggregazione produca una massa privata di vita, e che dopo migliaia di anni si separino le une dalle altre, per ispiegare finalmente movimenti di vitalità, ci è tuttavia impossibile accordare la vita alle particelle visibili, e non possiamo attribuirla che ai loro elementi chimici; giacchè i movimenti di cui si tratta, si mostrano, secondo Roberto Brown, non solo nella silice in polvere, ma inoltre nel bicchiere di vetro, non solo nella più piccola fibrilla organica, ma eziandio nel carbone ottenuto dai corpi organizzati mediante la combustione. Ora, questi sono prodotti dell'arte, vale dire, corpi, i quali devono la propria esistenza all'accidente ed alla nostra volontà, come disse benissimo Schultze (1). Infatti, riduciamo un corpo, mediante la polverizzazione, in molecole rotonde, cui possiamo rendere più o men tenui, secondo che le pestiamo o spezziamo diversamente, ma che sempre si muovono nella stessa maniera; se esse esistevano già realmente nel corpo non diviso, converrebbe o che aderissero immediatemente le une alle altre, o che fossero unite insieme mediante altra sostanza; nel primo caso, dovrebbero, ad egual grossezza, lasciare eziandio tra sè interstizii eguali e dare la medesima porosità a tutti i corpi, ciò che non avviene; nel secondo caso, la sostanza che le unirebbe dovrebbe essere visibile, eppur non la si scopre. Qualunque dottrina atomistica non è che un prodotto della immaginazione tendente a rappresentare sotto forma sensibile i rapporti di quantità esistenti tra le forze; dacchè pretendesi trasformare questa stampella in una bacchetta magica svelatrice dei secreti della natura, non puossi che illudersi ed ingannare gli altri con giuochi di forza paragonabili a quelli dei giocolieri.

Provò Schultze (2) che le correnti di cui si tratta devono la propria

(1) *Loc. cit.*, *p.* 24.

(2) *Loc. cit.*, *p.* 15-19, 27.

origine alla evaporazione, alla ineguaglianza dell' ammollamento, dell' assorbimento e della dissoluzione, all' attrazione del solido e del liquido. Ma supponendo che in certi casi non ne possiamo discoprire la vera causa, non dobbiamo meno ammettere che esse non dipendono già da una forza vivente interna, e che si riferiscono a qualche disposizione meccanica esterna.

8.° Per applicare ora questi principii al gorgoliamento dei globetti del sangue, la gravità cui L. C. Trevirano (1) dice esserne la causa, od il movimento proveniente dalla forza impulsiva del cuore, a cui Muller (2) vuole che si attribuisca una parte nella sua produzione, può talvolta contribuirvi, sebbene il movimento si scorga eziandio nel cruore posante sopra un piano perfettamente orizzontale e sottratto già da gran tempo dalla influenza del cuore. Ma ciò che vi piglia più costantemente parte è il mutamento di coesione che accade durante il coagulamento e la evaporazione, ed al quale si associano probabilmente altresì fenomeni di elettricità. Il calore esercita pure certa influenza ; in alcuni casi in cui non iscorgesi verun movimento, se ne manifesta uno, dacchè si fa cadere un raggio di sole sul sangue. Aveva già osservato Haller (3) qualche cosa di simile, dappoichè vide i globetti del sangue, agglomerati sopra di un punto, separarsi gli uni dagli altri all' avvicinare la fiamma di una candela, sparpagliarsi ed allontanarsi dal punto scaldato. Nelle esperienze precitate di Bauer e Faraday (3.°), il calore della mano servente a tenere la estremità inferiore del cilindro di vetro, era la causa del movimento ; i grumi scaldati di albumina, ascendevano nel siero, si freddavano e ricadevano. Ma basta già la ineguaglianza del calore in un tubo di vetro collocato perpendicolarmente, alla temperatura ordinaria per produrre un movimento circolatorio. Lebaillif e Dutrochet (*) se ne convinsero aggiungendo una polvere leggera od alcune gocce di latte all'acqua del tubo, dappoichè queste sostanze ascendevano dal lato più scaldato e discendevano dal lato opposto, circolando così, durante la giornata, con una forza corrispondente al grado della luce e del calore, mentre esse cessavano di muoversi nella notte e quando coprivasi il tubo di un corpo opaco. Forse il corso dei succhi, nelle piante, dipende da causa analoga.

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, *t. I*, *p.* 162.

(2) *Isis*, 1824, *p.* 277.

(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 65.

(*) *Memorie per servire alla storia anatomica e fisiologica dei vegetali e degli animali. Parigi* 1837, *t. II*, *p.* 566.

Secondo Trevirano (1) devesi pure attribuire alla ineguaglianza del calore se le particelle di cenere o di resina, sparse alla superficie dell'acqua, incominciano a muoversi in cerchio alcuni secondi dopo che si tenne la estremità del dito sopra di esse. La luce solare singolarmente dispiega una efficacia affatto speciale. La vide Zenker (2) determinare un gagliardo movimento in tutti i liquidi tenenti in sospensione molecole colorate, e secondo Dutrochet i globetti del sangue sono posti in vibrazione dalla luce solare, sicchè scorgesi in un lembo del mesenterio certo movimento ondulatorio e di corrente, che sorpassa la circolazione in rapidità, mentre che niuna particella di sangue non fluisce dai vasi di cui si fu costretti praticare la sezione (3).

(Quando si evitano le illusioni cagionate da intensa luce solare refratta attraverso le parti trasparenti, non si scorge mai, nei vasi capillari, la minima traccia di movimento spontaneo nè di molecole del sangue, nè del liquido che le sopporta. Da molti anni approfittai di tutte le occasioni che si offersero di osservare la circolazione; l' ho esaminata nelle parti maggiormente diverse, adoprai varii strumenti, e giammai, quando impiegava la luce convenevole per ben distinguere tutti i globetti, non riscontrai vestigio di movimento indipendente dalla corrente generale del sangue. Puossi convincersi che i globetti si comportano in modo perfettamente passivo nella corrente generale, comprimendo i vasi della parte che si esamina, oppure il membro intiero; tutto si arresta allora subitamente, ed i globetti non manifestano più che in altri momenti, la minima traccia di cambiamento o di attrazione reciproca. Ma quando impiegasi una luce solare intensa sopra parti trasparenti, la immagine perde ogni chiarezza, ed i limiti spariscono, atteso il giuoco della luce; non iscorgesi più la corrente dei globetti, ma un tremito generale, che spesso non permette neppure di distinguere la direzione della corrente. In siffatte circostanze, invero, i globetti del parenchima e del sangue rifrangono la luce giusta le direzioni maggiormente svariate. Soffresi la stessa illusione allorquando si fa colare sull' obbiettivo un liquore qualunque contenente globetti, per esempio, latte, o se operasi pure con acqua chiara, ma sopra un obbiettivo appannato.

Se il movimento spontaneo di un liquido, succedente in determinata direzione, senza reazione proveniente d'attrazione o da ripulsione, è cosa incomprensibile, anzi assurda, trovai che una parte dei fatti serventi di

(1) *Erscheinungen und Gesetzen*, *t. I*, *p.* 239.
(2) *Isis*, 1824, *p.* 336.
(3) *Archivi generali*, *t. XXV*, *p.* 579.

base a questa ipotesi erano esatti, ma senza poter mai trarne simile conclusione. Allorquando si fa agire la luce solare intensa sopra una parte tagliata ed umida, la superficie non tarda a disseccarsi, a coprirsi di rughe, i vasi capillari si ristringono e si vuotano prontamente, e da ciò proviene l'apparenza di tremito che si riscontra. Per tal guisa osservando un lembo staccato dell' ala di un vespertillo, vedrannosi per ore intiere traccie di movimento nei vasi capillari, ma questo tremito non si scorgerà che a pezzi, e là soltanto dove lascierassi esercitare un' azione istantanea alla intensa luce solare. Se pongasi acqua sopra una parte che incominci così a disseccarsi ed a raggrinzarsi, il rinserramento cessa e con esso il movimento vibratorio; ma in capo ad alcuni istanti esso riprende, dacchè la superficie ricomincia a disseccarsi ed a contrarsi colla evaporazione. Me ne convinsi per ore intiere sopra un pezzo di ala di vespertillo; il corrugamento della superficie scorgevasi ad occhio nudo, dacchè la luce diretta del sole cadeva sopra un punto. Per mettere fuori di dubbio la passività di tale fenomeno, lasciai l' ala in sito per un giorno e mezzo, scorso questo tempo la trovai non già affatto disseccata, atteso l' olio che naturalmente la ungeva, ma per lo meno molto raggrinzata; potevasi con tutta sicurezza riguardarla come morta. La umettai con acqua, e vi feci cader sopra la luce del sole; dacchè la superficie ricominciò a ricoprirsi di rughe visibili, il microscopio mi fece altresì veder di nuovo, nell' interno, il movimento tremolante il quale cessò dacchè il sito fu seccato e riprese quando l'ebbi ancora umettato. Considero adunque tutti gli argomenti presi dai fenomeni osservati sopra parti staccate dal corpo come insufficienti a giustificare la ipotesi di una forza propulsiva appartenente propriamente al sangue.

Per quello spetta i movimenti dei globetti nel sangue che fluisce dai vasi e si coagula, non ho mai potuto crederli spontanei. Un liquido che era in piena corrente, le cui particelle erano spinte da una reticella di vasi minutissimi, mostra necessariamente ancora per qualche tempo certa agitazione delle sue molecole, allorquando si esaminano alcune goccie col microscopio. Ogni goccia che contiene molecole, e che contemplasi rapidamente dopo averle impresso un movimento soltanto passivo, si comporta a tal riguardo nella stessa maniera del sangue. Ove si tratti del sangue degli animali superiori e dell' uomo, bisogna inoltre porre a calcolo la pronta evaporazione che induce la sua alta temperatura. La riunione dei globetti del sangue durante la coagulazione mi sembra pure non andare accompagnata da verun movimento attivo e vivente) (1).

(1) *Giunta di G. Muller.*

III. Si riscontrarono altre specie di movimenti nel sangue, tanto allorchè desso uscì dai vasi ed entrò in immediato contatto colla sostanza animale, quanto allorchè cominciava a stagnare nell' interno di questi stessi vasi.

9.° Vide Haller (1) alcuni globetti, i quali erano caduti tra le lamine del mesenterio, muoversi con rapidità, correre nel tessuto cellulare del vaso da cui erano usciti, come entro canali, ascendere e discendere alternativamente (2), andare dalla vena d'onde essi erano usciti all'arteria parallela, riascendere lungo le sue pareti, allontanarsi da essa e rediscendere (3), o finalmente ascendere e discendere nello stesso modo lungo l' intestino (4). Wedemeyer (5) osservò, sul mesenterio, un movimento circolare di questi globetti, che non poteva essere determinato dalla gravità. Per ultimo Kaltenbrunner ne insegna che i globetti sparsi nella natatoja caudale dei pesci, cessato il corso del sangue, si rimettono in movimento in capo a qualche tempo, si staccano e si riuniscono in ammassi rotondi, che diventano bislunghi, formano piccole correnti e pigliano la direzione delle vene, ma che altri pure eziandio penetrano in più grossi vasi, dopo di che il movimento cessa poco a poco (6). Prescindendo dalla prima osservazione, che abbisogna di essere raffermata, questi fenomeni sono facili ad ispiegarsi mediante la forza impulsiva e la forza aspirante; i globetti respinti dalla loro corrente devono percorrere tuttavia certa distanza, e ritornare sui proprii passi quando incontrano in cammino un ostacolo; la pressione che accade tra le lamine del mesenterio non può essere la stessa sopra tutti i punti; ma è possibile specialmente che parti organiche, ammassi o correnti di globetti esercitino una forza attrattiva.

10.° Quando il battito del cuore aveva cessato, Haller (7) vedeva i vasi rimanere immobili, ma i globetti avanzare ed indietreggiare nel loro interno, poi finire coll'abbandonarli affatto. Non troviamo colà che i fenomeni meccanici della cessazione graduale di una corrente; la qual corrente, quando scema la sua forza, rinviene ostacoli e diviene fluttuante (§. 714, 7.°-11.°), finchè la pressione delle pareti la spinga verso il sito in cui trova minor resistenza; vide Mayer (8) nelle vene del mesenterio

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 119.
(2) *Ivi*, *p.* 121.
(3) *Ivi*, *p.* 120.
(4) *Ivi*, *p.* 238.
(5) *Untersuchungen*, *p.* 345.
(6) *Froriep*, *Notizen*, *t. XVI*, *p.* 309.
(7) *Loc. cit.*, *p.* 230.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 72.

reciso di una rana, tre correnti, di cui due laterali, le quali nuotavano nella stessa direzione ed in direzione inversa, ed una media, i cui globetti non facevano in gran parte che ruotolarsi o ritornare sopra sè stessi; questi fenomeni, da niuno peranco osservati, gli parvero dipendere dalla tendenza del sangue a prendere una direzione circolare, tendenza la cui realizzazione non era impedita, se non perchè il vaso trovavasi aperto alle due estremità, e ne concluse (1) che l'istinto, il quale spinge i globetti ad eseguire un movimento circolare facilita il passaggio del sangue delle arterie nelle vene. Quando Rosa dice che una estremità di arteria, lunga sei pollici, legata alle due punte e staccata dal corpo, vibrò e pulsò per due ore in sua mano, e che un intestino riempito di sangue ha egualmente eseguito pulsazioni (2), dobbiamo credere che acciecato dalle sue supposizioni esso osservò male, dappoichè verun altro fisiologo non riscontrò mai cosa consimile.

IV. Tutti i movimenti di cui si ragionò non avvengono che quando la circolazione si estinse, o quando il sangue, posto al di fuori del cerchio della vita, perde il carattere che assumeva nell'interno di questa sfera, ed incomincia a decomporsi. Ecco una delle ragioni che ne impedisce di scorgere in essi segni di vita. Però vedonsi altresì, nel corpo vivente, alcuni movimenti del sangue, i quali non provvengono già dal cuore. Doellinger (3) vide sovente, negli embrioni dei pesci, alcuni globetti, separati dalle loro correnti, insinuarsi attraverso la sostanza animale, e giudicò colla scorta di questo fatto aversi dessi in sè stessi la causa dei loro movimenti. Riscontrò che le ramificazioni devono la propria origine al fatto che un globetto si stacca dalla corrente, penetra poco a poco nel muco, si arresta, retrocede, si riporta all'innanzi, ora con prestezza ora più lentamente, e si scava così una nuova strada, nella quale altri presto lo seguitano, finchè da ciò proviene una nuova piccola corrente costituente un ramo. Però siamo in diritto di chiedere come i globetti del sangue producano le correnti regolari, per esempio, quelli dei vasi branchiali e della loro metamorfosi (§. 442, 2.°) se ognuno di essi è determinato soltanto da una forza a lui propria, e dal suo istinto progressivo particolare. La cosa sembra realmente inconcepibile, e per non ristringere più di quanto non è forse necessario il cerchio dei fenomeni alla cui intelligenza il nostro spirito sta per innalzarsi, dobbiamo procurare di scoprire un'altra causa che determini la circolazione del sangue. Ora, speriamo scoprirla nel conflitto del sangue cogli organi, argomento cui ci facciamo ed esaminare.

(1) *Loc. cit., p.* 76.
(2) *Giornale per servire alla storia della medicina, t. I, p.* 301.
(3) *Was ist Absonderung? p.* 22.

SECONDA SUDDIVISIONE

Vita interna del sangue.

CAPITOLO I.

Rapporti del sangue coll' organismo.

§. 741. Il quesito di sapere se il sangue vive o no è vieto ed appartiene ai tempi in cui cercavasi far derivare la vita da una sola e stessa causa. Il sangue, in sè stesso, e fuori dell' organismo, è morto, ma finchè desso forma parte del tutto risulta vivente, vale dire, da un lato torna necessario alla vita generale, vi concorre, agisce in maniera vivificante sopra gli organi, e, dall'altro, è soggetto alla influenza della vita generale, e riceve dall' attività propria a ciascuno dei differenti organi una determinazione tale, che esso serba la costituzione convenevole per adempiere questo ufficio, resiste alla coagulazione ed alla putrefazione, e via parlando.

ARTICOLO I.

Effetti del sangue sull' organismo.

La parte che prende il sangue alla vita generale si manifesta dapprima mediante gli effetti che esso produce sul resto dell' organismo.

I. EFFETTI PROVENIENTI DALLA QUANTITÀ DEL SANGUE

Si valutano gli effetti del sangue sull' organismo in molte maniere, e primieramente colle conseguenze indotte dall'aumento o dalla diminuzione considerabile della sua quantità.

A. *Effetti provenienti dalla quantità del sangue in generale.*

1. EFFETTI DELLA DIMINUZIONE DEL SANGUE.

I. Esaminiamo innanzi ogni cosa i resultati della sua diminuzione.

1.° Allorquando la quantità del sangue è inferiore a quella che si addice, sia perchè questo liquido si produce in quantità proporzionalmente troppo piccola, o perchè l'individuo comportò grave emorragia, si

rinviene il polso piccolo, le parti flaccide e scolorite, uno sviluppo men considerabile di calore, certa nutrizione incompiuta, le secrezioni rare od acquose, l' affievolimento dei sensi, la debolezza muscolare e la difficoltà o la lentezza dei movimenti.

2.° Se la perdita del sangue fu maggiore, oltre la pallidezza ed il freddo della pelle, la frequenza e talvolta la intermittenza dei battiti del cuore, scorgesi sopraggiungere la oppressione, le vertigini, la perdita dei sensi, l'abolizione della coscienza e la sincope; cessa finalmente qualunque manifestazione della vita, spesso dopo movimenti convulsivi. Questo stato non è dapprima che una morte apparente, vale dire la sospensione dei fenomeni della vita per mancanza di sua condizione esterna. Puossi farlo cessare riempiendo i vasi col sangue di un individuo vivente. Ma se questa replezione non avviene prestamente, l' attività vitale si estingue, nè vale a rianimarla veruna transfusione di sangue straniero. Siccome varia molto l' effetto a norma delle circostanze, così non potrebbesi stabilire in generale quale sia la quantità di sangue assolutamente necessaria per mantenere la vita. Giusta le osservazioni di Rosa, la morte apparente avvenne in giovani vitelli, dopo che si sottrassero loro tre in sei libbre di sangue, vale dire da 1/32 fin ad 1/20 del peso del loro corpo; nei vitelli più attempati, dopo la sottrazione di dodici in sedici libbre di sangue, o di 1/12 ad 1/9 del peso del loro corpo; in un agnello, dopo la perdita di 28 oncie equivalente al 1/28 del suo peso totale; in un montone, dopo quella di sessant' una oncia, o di 1/23 del peso del suo corpo (1). Giusta quelle di Hales, essa si manifestò, in un cavallo, dopo la sottrazione di 35 libbre di sangue o di 1/25 del peso totale. Per asserzione di Blundell (2) bastò, in certi cani, levar loro nove oncie di sangue, od 1/30 del peso del loro corpo, mentre che altri non perirono che alla perdita di una libbra o di 1/10 del peso totale. Secondo Piorry, puossi sottrarre ai cani 1/25 del peso del loro corpo, in sangue, senza che avvenga la morte, che effettuasi se traggonsi soltanto alcune oncie di più (3). Si può ammettere come termine medio che la morte avviene dopo che l' animale perdette i tre quarti od i sette ottavi della massa del suo sangue, sebbene essa possa accadere dopo la perdita di un quarto, anche di un ottavo in certe circostanze, in particolare per effetto di una emottisi.

3.° Le rotture e le perforazioni del cuore uccidono ordinariamente

(1) *Scheel, Die Transfusion des Blutes, t. II, p.* 133.
(2) *Pathological and physiological researches, p.* 66, 94, 99.
(3) *Froriep, Notizen, t. XIII, p.* 189.

l'uomo in pochi minuti, durante i quali la conoscenza non patisce verun deterioramento. In certe circostanze favorevoli, la vita può prolungarsi vieppiù. Pubblicò Ferrus la osservazione di un uomo, il quale s'immerse uno stiletto di ferro tra le quinta e sesta costole sinistre; lo strumento attraversò il ventricolo sinistro e la tramezza interventricolare e si ruppe; la ferita fu otturata dalla estremità che vi rimase infitta e dai grumi di sangue; il ferito sopravvisse venti giorni; solo lagnavasi nelle ultime settimane di certo mal essere indeffinibile, di molta debolezza, e di mancanza assoluta del sonno e dell'appetito. Quando la ferita non è già penetrante o molto estesa, può eziandio cicatrizzarsi, giacchè si rinvennero molte volte sul cuore, traccie di cicatrici antiche (1), e nel suo interno palle, spille od altri corpi estranei.

Avendo Legallois (2) levato il cuore a dei conigli, vide il sentimento ed i movimenti respiratorii persistere nella testa per circa un minuto (*). I rapporti del cuore coll'organismo sono ancora più facili a cogliersi nei batraci, ove esiste men unità tra le diverse direzioni della vita, locchè compartisce a quest'ultima maggior tenacità. Giusta le esperienze di Haller (3) e di Spallanzani (4) rane e salamandre a cui era stato tolto il cuore conservarono la loro vivacità, vedevano, chiudevao l'occhio quando lo si toccava, saltavano, e via dicendo, ma perivano il giorno dopo. Se, all'opposto, levavasi ad essi il cervello, vivevano ancora tre in cinque giorni, ma le funzioni animali erano affievolite od affatto soppresse.

4.° Nelle malattie del cuore, oltre gli effetti immediati del disordine della circolazione, osservasi, come sintomi ordinarii, da un lato, il pallore del viso, la leucoflemmasia e la idropisia, dall'altro la malinconia, spasmi ed altri accidenti annuncianti il disordine della sensibilità.

5.° Allorquando legronsi tutte le arterie che conducono il sangue ad una parte, questa muore; se ci limitiamo allacciare l'arteria principale, avvengono freddo, pallore, diminuzione del sentimento e del movimento, e tumefazione edematosa; ma questi accidenti sono passaggeri, giacchè le anastomosi non tardano a condurre la quantità di sangue necessaria. In niun altro sito l'effetto riesce cotanto sensibile quanto nel cervello; la otturazione delle carotidi determina alquanto stupore, vertigini e sintomi

(1) *Otto, Lehrbuch der pathologischen Anatomie, t. I, p.* 285.

(2) *Opere, t. I, p.* 366.

(*) *Bouillaud (malattie del cuore, t. I, p.* 130), *vide un gallo agitarsi e dare incontrastabili segni di vita durante alcuni istanti dopo la escisione del cuore.*

(3) *Opera minora, t. I, p.* 116.

(4) *Loc. cit., p.* 342.

di apoplessia (1). Una pecora a cui Ebel (2) aveva legato queste due arterie, perdette la vista, l' udito ed il movimento volontario, si rianimò alquanto dopo alcuni minuti, continuando a comportare ambascia e vertigini; ma cinque quarti di ora dopo, essa aveva ricuperato il libero esercizio dei sensi e delle sue membra. Una ossificazione delle arteriuzze, in particolare agli arti inferiori, è spesso seguita dalla cangrena; nel negare questo fatto, Corvisart e Laennec fondansi unicamente sopra i resultati della ossificazione dei rami di certo calibro.

2. Effetti dell' aumento del sangue.

II. Allorquando la quantità del sangue nel corpo intiero, oltrepassa le proporzioni normali,

6.° Ne risulta dapprima un' eccitazione generale, che apporta seco l' aumento della forza dei battiti del cuore, la pienezza, grandezza e frequenza del polso, la frequenza della respirazione, maggior volume del corpo, rossore degli integumenti, sviluppo di calore e della traspirazione. Ma se la pletora duri alla lunga, o sia spinta ad alto grado, cagiona la irregolarità dei battiti del cuore, la oppressione, o la lentezza del polso, la difficoltà di respirare, l' ansietà, la vertigine ed un senso di debolezza.

7.° Gli effetti dell'afflusso troppo considerabile del sangue verso certi organi si manifestano specialmente al cervello, nell'occhio e nell'orecchio, perchè colà lo stato interno, a cui sono così condotti gli organi, si annuncia maggiormente nelle funzioni animali.

Per riguardo al cervello, distinguiamo quattro gradi (3). Il mediocre accrescimento dell' afflusso di sangue che non rechi verun disordine nell' azione del viscere, produce una tensione maggiore, un eccittamento più vivace, un aumento dell' attività dell' anima, una facilità più grande di passare da una idea all' altra, o di connettere insieme le idee, certa esaltazione del sentimento interno, la tendenza alle affezioni energiche. Se l' afflusso del sangue è maggiore in proporzione della forza del cervello, sopraggiunge uno stato di depressione, la testa è pesante e sbalordita, evvi malavoglia generale, impossibilità di applicarsi a niuna cosa, difficoltà di seguire il filo delle idee e di raccogliere le proprie reminiscenze, propensione alla taciturnità ed alla tristezza, oppure all'agitazione ed all'ansietà,

(1) *Burdach, Vom Baue des Gehirns. t. III, p.* 113.
(2) *Diss. de natura medicatrice, p.* 44.
(3) *Burdach, loc. cit., t. III, p.* 110-113.

sonnolenza e tuttavia impossibilità di dormire tranquillamente; la scortesia nelle parole, e la rozzezza dei movimenti annunciano lo stato di eccitamento in cui trovasi il centro del sistema della sensibilità. Se l' afflusso riesce ancora più grande, e siavi ad un tempo certa tensione nelle attività cerebrali, l' anima diviene estranea a sè stessa, e succede confusione nelle idee; i sensi allucinansi, sebbene la coscienza persista ancora, oppure evvi perdita della libertà e della presenza di spirito, o della facoltà di porre le sue idee in equilibrio le une colle altre, e la imaginazione si abbandona sfrenatamente ai suoi capricciosi traviamenti. Per ultimo se la pletora giunge al massimo grado, sia poi per la sua propria intensità assoluta, o pel motivo che il cervello ha minor forza reazionaria, l'attività dell' anima in generale soccombe, ed evvi paralisi, la quale ora maltratta soltanto la vita intellettuale e morale, appalesandosi allora collo stupore e la ebetudine, ora colpisce la vita intiera del cervello che si annega nel sangue o muore di apoplessia.

Dimostra poi che questi fenomeni non provengono unicamente dall'afflusso attivo del sangue e dallo scuotimento del cervello (§. 746, 7.°), ma che procedono pure dalla quantità di questo liquido che giunge al viscere, il fatto del dichiararsi essi in quelle attitudini, le quali, dando maggior azione alla gravità del sangue, rendono il suo afflusso verso la testa più facile, e più difficile il suo ritorno. Certe persone hanno maggior attitudine a meditare quando stanno coricate, e Bricheteau (1) cita un uomo, il quale non aveva memoria che stendendosi colla testa bassissima. La cefalalgia ed il delirio aumentano nel decubito orizzontale, e gli attacchi apopletici sono spesso determinati dall' orizzontalità del corpo o dall' azione dell' abbassarsi.

L'aumento dell'afflusso di sangue verso gli organi dei sensi superiori incomincia egualmente coll' esaltare la facoltà sensoriale; scorgesi meglio in un giorno fosco, odonsi i più piccoli suoni, poi la percezione diviene ottusa, indi patisconsi allucinazioni, finalmente avvengono la sordità o la cecità, massime quando il sangue accumulato diviene stagnante.

(1) *Giornale complimentario, t. IV, p. 17.*

3. EFFETTI DELLE VARIAZIONI NORMALI NELLA QUANTITÀ RELATIVA DEL SANGUE.

III. Se confrontiamo per ultimo gli uni cogli altri i differenti organi per riguardo alla quantità del sangue che ricevono nello stato normale (§. 759), troviamo che in generale aveva ragione Bichat (1) di dire che la vitalità di un organo sta in ragione diretta del sangue che contiene. Quelli che non ricevono sangue rosso, verbigrazia, le cartilagini ed i tendini, hanno poca vitalità, non sono impressionati dalle cause eccitanti e si attengono debolmente alla vita generale, di maniera che di raro partecipano delle malattie di altri organi, e che le loro anomalie non apportano notabile disordine in altre funzioni; ma, se lo stato infiammatorio vi faccia affluire sangue rosso, la loro vitalità si esalta in modo anormale, ed essi entrano in relazione più intima colla vita generale.

B. *Effetti cagionati dalla quantità di sangue nei suoi serbatoj.*

§. 742. Diversi punti della economia offrono

I. Alcune dilatazioni di vene, nelle quali il sangue si accumula quando la circolazione trovasi angustiata per guisa da non potere affaticare gli organi stessi. Qui ripongonsi

1.° I seni del cervello che, colla loro capacità e le proprie mutue connessioni, somministrano certi serbatoj nei quali il sangue si accumula in maggior copia quando non può uscire abbastanza prestamente dalla cavità cranica, sia pel motivo che l' accelerazione del polso lo fa affluire maggiormente verso la testa, o perchè un ostacolo angustia il suo cammino nelle vene giugulari. Siccome questi seni si attengono al cranio, e che il loro involucro è costituito dalla dura-madre, così non possono, quando pure s' ingorgano, esercitare compressione nocevole sul cervello.

2.° Negli animali che hanno la facoltà di rimanere alcun tempo sotto l'acqua, come le foche, le lontre ed i colimbi, la vena cava posteriore ha un diametro sestuplo per lo meno di quello dell' aorta, od anche forma un sacco particolare sicchè il sangue può accumularvisi senza inconveniente allorquando l' interrompimento della respirazione molesta il suo corso attraverso i polmoni.

3.° Nella lampreda, oltre le vene cave, che sono molto ampie, evvi

(1) *Ricerche sopra la vita e la morte, p.* 192.

inoltre, secondo Rathke (1), certo serbatojo mediano, il quale si estende tutto lungo la cavità ventrale, riceve il sangue dalle vene, dai reni, dagli organi genitali e da una parte del canale intestinale, e lo versa nelle vene cave, mediante molte strette aperture.

II. Alcuni autori riguardarono le glandole vascolari come serbatoj di questa specie, fondandosi e sopra la grande quantità di sangue che contengono, e sulla mancanza di qualunque secrezione corrispondente. È però poco probabile che tale scopo, il quale potrebbe essere raggiunto mediante semplici dilatazioni di vasi, sia quello di organi speciali, nei quali scopresi certa tessitura particolare.

1.° Haller (2), Bonhard (3), Schreger (4), Haighton, Moreschi ed altri autori pretesero che, negli intervalli della digestione, la milza attragga a sè e rattenga una parte del sangue destinato allo stomaco ed al fegato, e che dessa restituisca loro questo liquido, all'oggetto di attivare la secrezione del succo gastrico e della bile, nel momento in cui i cibi, accumulandosi nello stomaco, esercitano una compressione sopra di essa. Ma, secondo Bichat, l' afflusso del sangue verso la milza non aumenta durante la vuotezza dello stomaco ; ma piuttosto durante la pienezza di quest' ultimo organo, come osserva Heusinger (5), essa s' ingorga di sangue, ed in generale il suo volume non è in ragione inversa della distensione dello stomaco. Non puossi pensare ad una fluttuazione del sangue tra la milza e lo stomaco, dappoichè l' afflusso del liquido verso questo viscere, per le vene spleniche, osterebbe all' arrivo del sangue arterioso, e d' altronde siffatte vene sono munite di valvole distintissime nel cavallo e nelle bestie bovine. Inoltre, la milza non opererebbe, durante la digestione, altro che un accrescimento momentaneo della quantità di sangue nel fegato, giacchè se essa ricevesse allora men sangue, invierebbe altresì men sangue venoso nell'organo epatico, locchè diminuirebbe la secrezione della bile. Siccome una piccola quantità di certa sostanza irritante introdotta nello stomaco voto aumenta sull'istante la secrezione del succo gastrico, e che la bile si accumula nella vescichetta durante l' intervallo dei pasti, così un'affluenza maggiore di sangue proveniente dalla milza, durante la digestione, non sarebbe di verun profitto per la secrezione. È difficile che lo stomaco pieno sprema il sangue della milza; nei ruminanti, ove le secrezioni di cui

(1) *Bemerkungen ueber den innern Bau der Pricke*, *p.* 48.
(2) *Elem. physiolog.*, *t. VI*, *p.* 391, 417.
(3) *Journal der Erfindungen*, *fasc. II*, *p.* 107.
(4) *De functione placentae uterinae*, *p.* 61.
(5) *Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz*, *p.* 130.

si tratta sono abbondantissime, la milza si attiene allo stomaco soltanto per legami lassissimi; finalmente lo stomaco non può comprimerla minimamente negli uccelli, nei rettili e nei pesci (1).

Altri, Rush per esempio, ammisero che la milza è un serbatojo in cui il sangue si accumula ogni volta che accelerasi il suo movimento, acciocchè desso non possa nuocere agli altri organi. La paragonava Hodgkin (2) ai tubi di sicurezza ed alle valvole di molti apparati meccanici e chimici, dicendo che essa serve a prevenire qualunque disordine subitaneo del rapporto che deve esistere tra la capacità ed il contenuto del sistema vascolare. Ma nelle febbri acute in cui la circolazione comporta sì grande acceleramento, la milza non è impressionata, come osserva Heusinger (3). Il fenomeno che si indica volgarmente col nome di gonfiezza della milza e che scorgesi in seguito ai movimenti violenti, dipende soltanto dalla lentezza del corso del sangue, che appartiene in comune alla milza ed al fegato, sicchè siffatta sensazione disaggradevole è ancora più comune nel fegato che nella milza.

5.° Schreger (4) assegnava per uso alla tiroide di sviare il sangue dal cervello e di diminuire il suo afflusso verso quest' organo, come altresì Ackermann attribuiva il cretinismo al fatto che il ristringimento dei fori del cranio fa giungere men sangue al cervello, d' onde risultano da un lato l' idiotismo e dall' altro il gozzo. La esperienza non mostra veruna traccia di antagonismo per la cui virtù, ora questa glandola riceverebbe più sangue, per garantire il cervello, ora se ne libererebbe, per far servire la sua tessitura speciale a qualche altro uso; ma se la quantità di sangue che essa contiene rimane sempre la stessa, non potrebbe che al primo momento di sua formazione diminuire la quantità di sangue affluente al cervello. Siffatta obbiezione si applica egualmente alla ipotesi di Broussais, il quale voleva che la tiroide stornasse una parte di sangue dalla laringe, ed il timo una parte di questo liquido dai polmoni, acciocchè questi organi potessero bensì svilupparsi, ma non somministrare troppo abbondante secrezione (5). In generale non sapremmo credere che organi dotati di una sostanza, di una organizzazione e di una tessitura speciale, non abbiano per uso che di deviare il sangue di altri organi a certe epoche.

(1) *Ivi*, *p.* 127.
(2) *Meckel*, *Deutsches Archiv*, *t. VI*, *p.* 468.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 124.
(4) *Fragmenta anatomica*, *p.* 21.
(5) *Memoria della Soc. med. d' Emulazione*, *t. VIII*, *p.* 101.

II. Effetti provenienti dalla qualità del sangue.

A. *Effetti derivati dal sangue puro.*

§. 743. Se portiamo i nostri sguardi sopra gli effetti procedenti dalla qualità del sangue,

I. Troviamo innanzi tutto che il solo sangue compiuto può mantenere la vita, che niun altro liquido portato nelle vene non possede questa facoltà, che in conseguenza il sangue procura a tutti gli organi ciò ch' è necessario alla manifestazione della loro vita, e che per virtù di sua costituzione speciale esso è la condizione esterna della loro attività vitale. Negli animali che si resero esangui, l' acqua calda injettata nelle vene non rianima già la vita secondo Prevost e Dumas (1). Dice bensì Rosa (2) che il latte caldo rianimò un montone, ma l' effetto durò un solo istante. Lo stesso siero caldo non richiama la vita, secondo Dieffenbach (3), od almeno non lo fa in modo durevole, per opinione di Rosa (4). Non potè egualmente Dieffenbach richiamare la vita con della fibrina attenuata e stemprata nell' acqua; ma il cruore allungato coll' acqua operava nella stessa maniera del vero sangue. Giusta tutto questo, la proprietà di mantenere l' attività vitale appartiene dunque specialmente al cruore (*).

II. Il solo sangue arterioso, vermiglio, può mantenere la vita; il sangue venoso, nero, non ha già la stessa facoltà (5). La verità di questa proposizione è evidente, dappoichè la vita si estingue quando la respirazione cessa, vale dire, quando il sangue venoso non si converte più in sangue arterioso, e che non evvi, per conseguenza, altro che sangue venoso nell' intiero sistema vascolare. Il solo quesito che puossi accampare è quello di sapere d' onde parte la morte apparente, se il sangue venoso non fa che cancellare una sola funzione, la cui abolizione adduce dietro

(1) *Dieffenbach, Die Transfusion des Blutes, p.* 186.

(2) *Scheel, Die Transfusion des Blutes, t. II, p.* 149.

(3) *Rust, Magazin fuer die gesammte Heilkunde, t. XXX, p.* 1.

(4) *Loc. cit., p.* 150.

(*) *Leggi le interessanti ricerche di Bischoff (in Muller,* Archiv fuer Anatomie, 1835, *p.* 347) *sugli effetti comparativi della infusione del sangue intero e del sangue spogliato dalla sua fibrina.*

(5) *Chiamando arterioso il sangue vermiglio, e venoso il sangue nero, non si ebbe riguardo che al contenuto dei sistemi dell' aorta e delle vene cave, lasciasi da parte quello dei vasi polmonari, ove accade precisamente l' inverso. È questo un vizio di locuzione cui non bisogna perdere di vista.*

sè la morte generale, o se estende la sua azione sopra tutte le funzioni, ed in questo ultimo caso, quale sia, fra queste, quella che più soffre e prima di tutte le altre. Dedicossi con buon successo Bichat alla soluzione di tale problema.

1.° Vide egli (1), quando rendeva asfitici gli animali con lentezza in maniera che la circolazione continuasse ancora qualche tempo, che le vie biliari e l' intestino contenevano assai men bile del solito durante la digestione, e che non fluiva più urina per gli ureteri. Ora, siccome osservava ad un tempo che la traspirazione cutanea cessava, e che la cessazione di tale funzione rinfrescante rendeva i cadaveri degli asfitici atti a conservare il proprio calore più alla lunga degli altri, conchiuse da ciò che il sangue venoso puro non è atto a mantenere la vita degli organi secretorii ossia ad operare le secrezioni, ed ispiegò l'abbondanza del sangue che rinviensi in questi cadaveri dicendo che l'abolizione delle secrezioni accumula maggior quantità di liquido, e che dopo la morte i linfatici prendono alle arterie men siero di quello che quando il sangue si è separato. Per dir vero, è il sangue venoso che somministra i materiali della bile in tutti gli animali vertebrati, e della orina nei rettili e nei pesci; ma il sangue che produce questi umori non è puramente venoso, giacchè il sangue arterioso che recasi al fegato ed ai reni concorre altresì alla secrezione.

Tuttavia la morte per asfissia accade troppo rapidamente perchè si possa attribuirla al cessare delle secrezioni.

2.° Ammetteva Goodwyn, in conseguenza, che essa parte dal cuore sinistro, non essendo questo sollecitato a contrarsi dal sangue venoso che perviene nelle sue cavità (§. 717, 6.°). Ma Bichat (2) obbiettò contro questa teorica, che, se dessa fosse fondata, il cuore sinistro dovrebbe, dopo la morte per asfissia, contenere sangue accumulato, locchè non si verifica. Le sue esperienze gli insegnarono che, negli animali cui rendonsi asfitici, il sangue venoso cammina ancora per qualche tempo con forza nel sistema aortico, e che, quando s' injetti sangue venoso nel cuore sinistro, i movimenti dell' organo non sono sensibilmente affievoliti, si rianimano anzi, se già cessarono. Colla scorta di ciò, egli ammette che il cuore è paralizzato soltanto più tardi, allorquando le arterie cardiache fecero penetrare sangue venoso nella sua sostanza. Ackermann (3) pretende, a dir vero, che quando, sopra un animale a sangue caldo, legansi i vasi

(1) *Ricerche sulla vita e la morte*, p. 280.
(2) *Loc. cit.*, p. 211-216.
(3) *De combustionis lentae phenomenis*, p. 23.

polmonari ed incidesi la tramezza inter-auricolare, il sangue venoso, che passa immediatamente dal lato destro nel lato sinistro, arresta i movimenti del cuore ; ma, in simil caso, la morte deve essere piuttosto l'effetto della ferita, che quello della impressione del sangue venoso. Sarebbesi meglio fondati ad allegare, in favore della proprietà stimolante meno grande del sangue venoso, la osservazione fatta da Humboldt (1) che i cuori delle rane, i cui battiti erano affievoliti, ricominciavano a pulsare con frequenza e vivacità quando immergevansi nel sangue arterioso, mentre che il sangue venoso dell' uomo non produceva quest' effetto.

3.° Bichat dice che la vita animale è la prima a risentire gli attacchi dell'asfissia, e che, sebbene la circolazione continui tuttavia, il sentimento ed il movimento volontari sono aboliti ; d' onde esso conchiude che la morte per asfissia procede dal cervello. Dobbiamo parteggiare per questa teorica se riflettiamo che, nell' asfissia cagionata dal vapore del carbone, evvi dapprima vertigini con alteramento delle funzioni sensoriali e della facoltà locomotiva, che dappoi la coscienza si estingue poco a poco, e che dopo il richiamo dell' individuo alla vita, esso soffre per gran tempo mali di testa, oppressione e difficoltà a mettere in esercizio le sue funzioni intellettuali. Allorquando Bichat (2) injettava sangue venoso nelle carotidi dei cani, la vita animale non tardava ad abolirsi, mentre la circolazione continuava ancora per mezz' ora. Nysten (3) pretende, per verità, che in simil caso gli animali periscano unicamente per apoplessia prodotta dalla violenza dell' injezione ; ma il solo fatto sul quale esso appoggiasi, consiste in ciò che allorquando introducesi molto gas nella carotide, l' apoplessia avviene in conseguenza della compressione del cervello, mentre una piccola quantità di gas non determina la morte. Bichat, all'opposto (4), vide che un cane nella cui carotitide faceva passare, mediante una piccola cannuccia adattata ai due vasi, il sangue venoso della carotide di altro cane in asfissia, diveniva dopo qualche tempo agitato, insensibile e colto dallo stupore ; ed esso comprovò eziandio (5) che, nell' animale in asfissia, la vita animale si abbassava secondo che il sangue scorrente nelle arterie perdeva il suo color vermiglio. Il bisogno di sangue arterioso che il cervello sente al disopra degli altri organi, emerge già dal ricevere esso il sangue vermiglio ritornante dai polmoni per la via più breve possibile. Per tal

(1) *Ueber die gereizte Muskelfaser*, *t. II*, *p.* 264.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 239.
(3) *Ricerche di fisiologia*, *p.* 61.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 243.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 248.

guisa, nei mammiferi e negli uccelli, il sangue va in linea retta dal cuore sinistro al cervello; nei pesci e nei girini dei batraci, le vene branchiali somministrano le arterie della testa, innanzi di riunirsi in un tronco aortico, e nei rettili squamosi, in particolare i coccodrilli, il sangue passa principalmente dall' orecchietta polmonare nella porzione di ventricolo dalla quale nasce il tronco destro dell' aorta, coll' arteria cefalica.

4.° Ma il sangue venoso non può neppur mantenere l' attività vitale dei nervi e dei muscoli. Allorquando Bichat (1) injettava sangue di una vena nell' arteria crurale dello stesso animale, l' arto inferiore era colpito da paralisi e da insensibilità. Quando Segalas legava l' aorta di un cane sopra la sua divisione, le zampe di dietro era paralizzate in capo ad otto o dieci minuti, sicchè l' animale non poteva più strascinarsi; se legava la vena cava in questa stessa regione, le membra posteriori erano affievolite, ma non intieramente paralizzate; finalmente, se applicava una legatura sopra i due tronchi vascolari, le zampe di dietro si paralizzavano, ma soltanto dopo sedici in venti minuti, od eziandio più tardi (2). Per tal guisa, la paralisi accadeva prestamente nel primo caso, in cui il membro diveniva esangue, continuando la circolazione nelle vene dopo la legatura delle arterie; si stabiliva essa egualmente, ma molto più tardi, nel terzo, in cui il membro rimaneva pieno del sangue contenuto nelle arterie e vi assumeva poco a poco il carattere venoso; forse anche essa non effettuavasi che quando il sangue era divenuto intieramente venoso; finalmente nel secondo caso, in cui non esisteva paralisi, ma soltanto debilitazione, il sangue venoso, sebbene non potesse ritornare in totalità, rientrava però in parte nel torrente della circolazione per mezzo delle anastomosi, il sangue arterioso continuava sempre ad affluire, e probabilmente stabilivasi una fluttuazione nell' aorta rimasta permeabile.

5°. C' inganneremmo a partito se prendessimo le cose alla lettera, e se volemmo considerare in modo assoluto il sangue venoso come sostanza annientante la vita. È però certo, che quando tutto il sangue del corpo risulta venoso, succede la morte, e che tutti gli organi senza eccezione abbisognano di sangue arterioso, sebbene a gradi diversi, e quelli della vita animale più di ogni altro. Il rossore vermiglio delle parti, che dipende dal predominio del sangue arterioso, è sempre accompagnato, come fece vedere Bichat (3), da maggior attività della vita, mentre che il predominio

(1) *Loc. cit.*, *p.* 279.
(2) *Giornale di Magendie*, *t. IV*, *p.* 287.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 275.

locale o generale del sangue venoso, dinotato dal color azzurrognolo delle parti, annuncia una manifesta debolezza della vita. Gli animali che si disanguarono ritornano in vita quando infondesi loro un sangue venoso estraneo nelle vene (1), atteso che questo liquido giunge nel cuor destro, atto a riceverne lo stimolo, e passa da di là nei polmoni, ove si converte in sangue arterioso.

III. Finalmente possiamo stabilire per regola generale non esservi che il sangue proprio dell' individuo, il quale sia atto a mantenere la vita in maniera compiuta e durevole.

6°. Il sangue di altro individuo della stessa specie non rimpiazza mai intieramente quello della persona; giacchè la vita si crea essa stessa la propria organizzazione, e, nella guisa stessa che l' embrione (§§. 464, 3°; 466, 2°.), l' organismo sviluppato deve egualmente formarsi esso medesimo il proprio sangue mediante l' assimilazione di sostanze estranee. Quindi invano Blundell (2) injettò sangue d' altri uomini nei vasi d' individui la cui assimilazione erasi affievolità; sebbene sembrassero rianimarsi momentaneamente, non tardavano a scorgere le proprie forze annientarsi di nuovo, e la loro vita non veniva prolungata. Prese Blundell (3) un cane che pesava ventisei libbre, non gli diede che acqua per tutta nutritura pel corso di tre settimane, injettandogli poco a poco nella vena giugulare 84 oncie di sangue proveniente da altri cani; l'animale cadde malato, menomaronsi le sue forze, dimagrossi, perdette circa sette libbre del proprio peso, e morì. In tal caso il sangue estraneo può essere stato assimilato poco poco, dacchè la forza assimilatrice non aveva perduto nulla di sua energia, eppure pareva essere stato desso la causa della malattia e della morte, sebbene, come lo presume Blundell, una parte di questo risultato deve essere attribuita alla irregolarità della trasfusione, nella quale injettossi ora molto ora poco sangue. Allorquando la transfusione è meno prolungata, la vita può mantenersi; un piccolo cane, nel corpo del quale Lower fece passare sangue di due grossi cani, levandogliene tratto tratto una parte del suo, non perì sebbene non avesse più altro nei suoi vasi che sangue estraneo (4). Non riscontrò Bichat (5) alcun disordine della vita in un cane nella carotide del quale aveva fatto passare il sangue della carotide di altro cane. Il sangue estraneo può richiamare in vita animali

(1) *Blundell, Physiological and pathological researches, p.* 93.
(2) *Loc. cit., p.* 139.
(3) *Loc. cit., p.* 75.
(4) *Scheel, Die Transfusion des Blutes, t. I, p.* 48.
(5) *Loc. cit., p.* 257.

od uomini che perdettero tutto il proprio ; probabilmente esso non agisce allora che quale stimolo momentaneo, il quale rianima le diverse funzioni, sicchè trovasi esso stesso metamorfizzato ed eliminato da queste funzioni, nel tempo stesso che l' individuo forma nuovo sangue che gli appartiene in ispecialità. Ma queste sorta di esperienze non inducono spesso verun risultato, e senza che veruna circostanza esterna sembra contribuirvi ; un cane che Blundell (1) aveva reso asfitico traendogli una libbra di sangue, ritornò in vita allorquando un' ora dopo gli fu transfuso nuovo sangue, mentre un altro, il quale aveva perduto soltanto otto oncie di sangue, non si rianimò, sebbene gli si avesse injettato sangue in capo a venti minuti. Lo stesso esperimentatore cimentò invano (2) quattro volte la trasfusione sopra uomini; più tardi essa venne praticata con successo tanto da lui quanto da Doubledy, Brigham e Sewel, in donne cui certe perdite consecutive al parto avevano posto a due diti di distanza dalla morte. Del resto trovò Blundell (3) che la quantità di sangue cui si trasfonde non abbisogna di eguagliare quella che fu perduta ; in un cane, cui la sottrazione di dieci oncie di sangue aveva reso asfitico, bastarono due oncie di liquido per riordinare la circolazione e la vita.

7.° Puossi senza compromettere la vita, trasfondere certa quantità di sangue appartenente ad individui di altra specie ; per tal guisa fecesi passare nei vasi d' uomini sani, senza che ne fossero molestati, dieci in quattordici oncie di sangue d'agnello, secondo King (4), ed anche venti oncie, secondo Denis (5), per rapporto del quale il sangue di quest'animale (6) o di vitello (7) operò un cambiamento favorevole nello stato di certi malati. Alcuni cani sopportarono egualmente, senza patirne, che si colasse loro nelle vene sangue di pecora (8) o di vitello (9) ; camosci a cui injettavasi sangue di vitello (10) e pecore o cani esauriti di sangue, furono rianimati, le prime col sangue di vitello (11) gli altri col sangue d' uomo (12). Ma guardandovi più davvicino, si riconobbe che qualunque sangue estraneo

(1) *Loc. cit.*, *p.* 66.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 136.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 96.
(4) *Scheel*, *loc. cit.*, *t. I*, *p.* 170
(5) *Ivi*, 1829, *p.* 92.
(6) *Ivi*, *p.* 89, 132, 232.
(7) *Ivi*, *p.* 104, 124.
(8) *Ivi*, *p.* 58.
(9) *Ivi*, *p.* 80.
(10) *Ivi*, *t. II*, *p.* 150.
(11) *Ivi*, *p.* 136.
(12) *Blundell*, *loc. cit.*, *p.* 91.

esercitava un' azione nocevole quando s' introduceva in troppo grande quantità. Una pecora, alla quale King aveva trasfuso sangue di vitello, perì di marasmo in capo a tre settimane (1); un cane che Schel (2) aveva rianimato col sangue di cavallo, dopo avergli levato tutto il suo, morì lo stesso giorno; Blundell richiamò in vita, col sangue d' uomo, molti cani divenuti asfitici pel fato di emorragia esaurente; però morivano tanto dopo alcuni minuti (3) come in capo ad un' ora (4), un giorno (5) o sei (6) senza che si osservasse veruna traccia di pletora o che si fosse introdotta aria nei vasi. Medesimamente, secondo Leacock, i cani spossati da emorragia vengono rianimati mediante il sangue di pecora, ma periscono ordinariamente alcuni giorni dopo (7). Prevost e Dumas trasfusero sangue di vitello nel corpo di gatti e di conigli; ma questi animali, che di raro sopravvissero oltre i sei giorni, presentavano l' acceleramento nel polso e la diminuzione del calore con evacuazioni mucose e sanguinolenti (8). Dieffenbach fece analoghe osservazioni.

8.° La transfusione del sangue di un individuo appartenente ad altra classe induce quasi sempre la morte. Le tartarughe alle quali Rosa aveva injettato sangue di vitello nelle vene, morirono dopo alcune ore (9). Un lepre, a cui Gaspard aveva tratto due oncie di sangue, sostituito subito di altrettanto sangue di lumaca tiepido, però dodici ore dopo (10). Secondo Prevost e Dumas, gli uccelli ai quali injettasi sangue di mammifero, muoiono nelle convulsioni, come se essi fossero stati avvelenati. Attenendoci agli insegnamenti di Dieffenbach, alcune goccie di questo sangue bastano per uccidere i piccioni, e trenta in quaranta per cagionare la morte delle oche; il sangue dei pesci opera egualmente sopra gli uccelli e fa soccombere eziandio i mammiferi, in particolare i cani, i gatti ed i conigli; però un gatto sopportò il sangue di tartaruga.

IV. La qualità del sangue è determinata tanto dalle impressioni esterne, quanto dallo stato e dall' attività vitale degli organi assimilatori ed escretori, dalla modalità di sua formazione e decomposizione. Annuncia già

(1) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 63.
(2) *Ivi, t. II, p.* 226.
(3) *Loc. cit., p.* 82, 84.
(4) *Ivi, p.* 86, 88.
(5) *Ivi, p.* 83.
(6) *Ivi, p.* 88.
(7) *Ivi, p.* 90
(8) *Biblioteca universale di Ginevra, t. XVII, p.* 306.
(9) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 152.
(10) *Giornale di Magendie, t. II, p.* 338.

che i prodotti, i quali ne emanano possono modificare le sue qualità, l'effetto cagionato dalla infusione di liquidi proveniente da secrezioni anormali. Per tal guisa diversi animali, nei quali Gaspard, Bouillaud, Trousseau e Velpeau avevano injettato pus, caddero malati e perirono (1). Alcuni cani, nel sangue dei quali Deidier aveva fatto passare della bile di un pestiferato, furono colti dalla peste, e la loro bile operò poscia nella stessa maniera sopra altri cani (2). Avviene altresì in certe malattie, che si trovi (§§. 753-757), come Velpeau fra gli altri lo dimostrò con molti esempii (3), il sangue alterato sotto l'aspetto del suo colore, della sua consistenza, della gravità e dell' odore di esso. Qualunque siasi la causa da cui possa provenire siffatta alterazione, sempre rimane fermo che essa apporta constantemente dietro sè un disordine considerabile della vita. Ne rinveniamo prova immediata nella circostanza che simile sangue, introdotto nel corpo d'individuo godente della sanità, produce gli accidenti morbosi analoghi a quelli che si scorgono nell' individuo che l' ha somministrato; il sangue dei cavalli attaccato da moccio o farcinosi, che Viborg aveva transfuso a cavalli sani, fece sviluppare in essi il moccio od il farcino (4). Il sangue d' uomo malato per febbre putrida, che injettossi nel tessuto cellulare di un gatto, uccise l' animale in alcune ore, dopo che esso patì vomiti biliosi, dispnea, oppressione e convulsioni (5). Il sangue degli animali colpiti dal carboncelo eccita, mediante il solo suo contatto colla pelle di un uomo o di un animale sano, la infiammazione cangrenosa e la febbre putrida. Ma il sangue può altresì avere acquistato qualità anormali e distruttive della vita, senza che queste qualità siano capaci di cadere sotto i sensi. Per tal guisa non iscorgesi verun cambiamento nel sangue dei vajuolosi, seppur si prescinda da una cotenna che producesi alla superficie, e tuttavia, secondo Gendrin (6), quando injettasi nelle vene di animale vivente, provoca infiammazioni mortali, mentre che il sangue degli individui colti da altre malattie infiammatorie non determina simili fenomeni.

(1) *Archivi generali, t. VII, p.* 306, 406; *t. XI, p.* 373.
(2) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 86.
(3) *Archivi generali, t. VII, p.* 302, 460.
(4) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 162.
(5) *Andral, Compendio d'anat. patolog., t. I, p.* 539.
(6) *Storia anatomica delle infiammazioni, t. II, p.* 460.

B. *Effetti provenienti dalle sostanze estranee mescolate col sangue.*

§. 744. Per imparare a conoscere esperimentalmente gli effetti dei cambiamenti di qualità del sangue, gettiamo uno sguardo sopra i tentativi di infusione che furono praticati, vale dire sopra la introduzione immediata di sostanze estranee nella massa di questo liquido.

1. Sostanze indifferenti.

E primieramente esaminiamo ciò che resulta dalla infusione delle sostanze, le quali, quando entrano in contatto con altre parti dell' organismo, si mostrano indifferenti, od anche contribuiscono al mantenimento della vita.

I. Nysten specialmente fece numerose esperienze sopra l' azione dei gaz. Trovò egli, come già Blumenbach (1) aveva fatto prima di esso, che i gaz riescono tanto più nocevoli quanto meno si mescolano col sangue (2). Inoltre, si convinse, che il gaz che perviene nel sangue non uccide già per paralisi del cervello; giacchè altera semplicemente la circolazione e la respirazione, senza disordinare l'azione sensoriale; alcune piccole quantità di aria atmosferica o di gas acido carbonico, spinte immediatamente nella carotide, rimasero prive di effetto, e solo quantità più considerabili, pervenute in tal guisa al cervello, determinarono l' apoplessia e lo stupore; alquanto meno occasionava certo disordine nella circolazione e nella respirazione (3).

2.° Allorquando Blundell (4) injettava cinque dramme di aria atmosferica nelle vene jugulari di un cane, vedeva sopraggiungere la difficoltà di respirare, con irregolarità del polso ed oppressione, e gli animali non si ristabilivano che al terzo giorno. Quando Nysten (5) aveva injettato, nelle vene jugulari di cani, dell' aria a piccole quantità per volta, circa venti centimetri cubici, ma a molte riprese ed in maniera che in capo a mezz'ora la somma totale ascendesse a 250 centimetri cubici, gli animali sembravano oppressi; il domani tossivano, avevano respirazione stertorosa, rigettavano un muco spumoso e finalmente perivano; i loro polmoni erano grigiastri

(1) *Scheel, die Transfusion des Blutes, t. II, p. 272.*
(2) *Ricerche di fisiologia, p. 155.*
(3) *Ivi, p. 48, 98, 168.*
(4) *Physiological Researches. p. 131.*
(5) *Loc. cit., p. 33.*

e contenevano molto muco spumoso. Laonde, l' aria introdotta nel sangue faceva morire per la soppressione della respirazione, ciocchè confermò Nysten (1) osservando che dopo simili infusioni il sangue arterioso finiva col divenire brunastro. Dobbiamo adunque presumere che il sangue mescolato coll' aria è improprio al conflitto normale coll' atmosfera nei polmoni, che in conseguenza non ha affinità per l' ossigeno, o non può liberarsi del suo carbonio. Ma Nysten (2) non vide mai bolle nel sangue arterioso, allorquando esso aveva injettato aria nelle vene e da ciò esso concluse (3) che l' aria si fermi nei vasi capillari del polmone, che porti così il disordine nella respirazione, e che uscendo produca la schiuma che scorgesi.

Quando Nysten (4) injettava ad un tratto, od in pochi minuti, ottanta centimetri cubici di aria nelle vene, succedeva prestamente la morte, e trovava il cuor destro disteso da sangue e da aria, mentre che eravi poco sangue e niente di aria nel cuore sinistro. Quindi attribuisce egli la morte, in tal caso, alla distensione patita dal cuore che lo affatica e lo rende incapace di contrarsi convenevolmente. Ma, oltre che il cuor destro, che solo era qui maltrattato, segue i movimenti del cuor sinistro, la cui forza supera la sua, non poteva desso giungere a tale distensione se non in quanto la entrata del sangue nei polmoni fosse angustiata, e dobbiamo presumere, giusta l' analogia degli effetti prodotti da piccole quantità di aria, che il sangue non circoli già nei polmoni, e che questa causa lo renda stagnante nel cuor destro. Quando Nysten (5) apriva la vena succlavia dopo la cessazione dei fenomeni vitali, e scacciava l' aria mediante compressione esercitata sul petto, vedeva ripigliare dapprima la respirazione, poi i battiti del cuore, sicchè allora l'attività dei polmoni si sviluppava altamente come essendo la circostanza determinante. D'altronde, gli animali cui avevansi fatto perire injettando loro aria, avevano, secondo Sproegel, il sangue più liquido del consueto, ed era sparsa aria alla superficie dei loro polmoni sotto forma di bolle (6). Secondo Hertwich (7), i loro polmoni erano vuoti di sangue, pallidi ed avvizziti, ed il cuore sinistro conteneva sangue nero, mentre un miscuglio di sangue e di aria riempiva il cuore destro (8).

(1) *Loc. cit.*, *p.* 44.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 30.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 38.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 16.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 22.
(6) *Scheel*, *loc. cit.*, *t. II*, *p.* 256.
(7) *Dieffenbach*, *Die Transfusion des Blutes*, *p.* 42.
(8) *Ivi*, *p.* 37.

Osservò talvolta Leroy un' enfisema dei polmoni; ma l'attribuiva al lacerare l' aria i vasi capillari per effetto del mutamento di sua temperatura, e faceva dipendere la morte o da questa circostanza, o dalla mancanza di eccitamento del cuore sinistro, proveniente dal ricevere esso aria invece di sangue (1). Ma l'enfisema scorgesi di raro, e non trovasi aria nel cuore sinistro. Secondo una esperienza di Gaspard, l' aria pareva altresì interrompere la circolazione in altri organi; allorquando esso aveva injettato sette in otto pollici cubici di aria nell'arteria crurale di un cane, ritornava bensì per la vena crurale un poco di aria dopo alcuni minuti, ma il membro era crepitante al tatto, e le injezioni di acido idrocianico o di estratto di noce vomica non producevano l' ordinario effetto (2).

2.° Nysten (3) vide i cani ai quali egli aveva injettato ad un tempo sessanta centimetri cubici circa di gas ossigeno, perire rapidamente; il cuore destro era ingorgato di sangue vermiglio e spumoso, ma il cuore sinistro non conteneva che sangue nero. Qui adunque, od il sangue aveva attraversato i polmoni senza arrossare, ovvero non era passato sangue attraverso detti organi, ed il liquido che essi avevano somministrato, in ultima era divenuto nero pel fatto della sua stasi nel cuore sinistro.

3.° L' azoto, l' acido carbonico, il gas ossido di azoto, l' idrogeno puro, l' idrogeno carbonato e l' idrogeno solforato, cagionavano il distendimento del cuor destro, ed impedivano al sangue di assumere il colore vermiglio nei polmoni. Quest' ultimo effetto apparteneva specialmente ai gas contenenti carbonio (4). Il gas ossidulo di azoto non cagionava già la dilatazione del cuore destro (5), ma si opponeva al divenire il sangue vermiglio nei polmoni, questi erano sopraccaricati di sangue e di muco spumoso, ed il sangue contenuto nelle arterie aveva un color bruno, il quale non passava al rosso neppur mediante la esposizione all' aria (6). Il gas idrogeno solforato finalmente uccideva senza impedire al sangue di arrossare, nè determinare la distensione del cuore destro (7).

II. Si possono injettare quattro oncie di acqua a dei cani (8) e dieci a dei cavalli (9) senza che ne risulti verun effetto nocevole. Spinta in maggior

(1) *Archivi generali, t. III, p.* 413.
(2) *Giornale di Magendie, t. V, p.* 329.
(3) *Loc. cit., p.* 54.
(4) *Loc. cit., p.* 160.
(5) *Loc. cit., p.* 120.
(6) *Loc. cit., p.* 133.
(7) *Loc. cit., p.* 163.
(8) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 25.
(9) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 45.

quantità, determina essa, giusta le esperienze di Portal (1), Magendie (2) e di Hertwich (3), sintomi di replezione del sistema vascolare, in ispecialità l'acceleramento dei battiti del cuore e della respirazione, ma inoltre molta debolezza della vita animale ed oppressione. Se la quantità di acqua è considerabile, scorgesi sopraggiungere lo stato apopletico e finalmente la morte. In un cavallo che perì il quarto giorno dopo l'invasione, Hertwich (4) trovò traccie di decomposizione nel sangue e nelle parti solide, come negli individui colti da febbre putrida.

III. Tra i liquidi animali,

4.° Il latte sembra essere il meno nocevole. Ne injettò Gaspard sei dramme ad un grosso cane, senza riscontrare verun disordine nella sanità (5). Un cane a cui Lower aveva infuso mezza libbra di latte, fu colto, mezz' ora dopo, da ambascia di respiro e battiti del cuore, ai quali tenne dietro la morte (6).

5.° Saliva, bile, orina e sperma furono injettati da Courten (7), Nysten (8) e Gaspard (9). L' agitazione e la difficoltà di respirare furono gli accidenti ordinarii. La orina injettata nella carotide non uccide, secondo Nysten, che per la compressione che patisce il cervello.

6.° Dopo aver injettato grasso di cappone nelle vene di un cane, Gaspard osservò certa respirazione stertorosa e difficile con sintomi di pneumonia. Vide inoltre l' asfissia sopraggiungere mezz' ora dopo la injezione di mezz' oncia di unguento mercuriale, e trovò certa massa viscosa nerastra tanto nel cuore destro quanto nelle estremità dell'arteria polmonare (10).

IV. Tra le sostanze vegetabili,

7.° Courten (11), Magendie (12), Gaspard (13) ed Hertwich (14) injettarono olio grasso a dei cani, cavalli e volpi, nelle vene giugulari;

(1) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 112.
(2) *Giornale di fisiologia, t. I, p.* 44.
(3) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 43.
(4) *Loc. cit., p.* 46.
(5) *Giornale di Magendie, t. I, p.* 178.
(6) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 46.
(7) *Ivi, p.* 184.
(8) *Loc. cit., p.* 162.
(9) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 175.
(10) *Giornale di Magendie, t. I, p.* 175.
(11) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 188.
(12) *Giornale di fisiologia, t. I, p.* 37.
(13) *Ivi, p.* 177.
(14) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 56.

la respirazione divenne sempre penosa, spesso stertorosa, talvolta accompagnata da espettorazione viscosa e sanguinolente. Grandi dosi occasionarono la morte prestamente, di frequente in capo a pochi istanti. I polmoni erano ingorgati di sangue, e trovossi mescolato dell' olio con quello che riempiva le ultime ramificazioni dell'arteria polmonare. Il cuore sinistro e l' aorta erano vuoti di sangue. L'olio soggiorna altresì nei vasi capillari di altri organi, come lo stabiliscono alcune esperienze di Magendie, il quale, avendone injettato nelle vene degli intestini, trovò, dopo la morte, avvenuta in capo di qualche ora, il fegato voluminoso e di color giallo rosso. Osservò egualmente Gaspard un edema doloroso della coscia dopo la injezione d' olio nell' arteria crurale.

8.° La gomma arabica opera in pari guisa, secondo Magendie e Viborg (1). Hertwich vide altresì questa sostanza opprimere la respirazione, renderla angosciosa ed irregolare, produrre accessi di soffocazione, e cagionare la morte, quando la dose n' era forte (2); i polmoni rigurgitavano di sangue, e presentavano certe estravasazioni sopra molti punti della loro estensione; il cuore destro e l' arteria polmonare erano pieni di sangue nero, in cui scorgevansi striscie biancastre di gomma. Quando la morte non accadeva che dopo molti giorni, i sintomi e le lesioni cadaveriche erano gli stessi come in seguito ad una febbre putrida.

V. Allen Moulins (3) e Gaspard (4) injettarono mercurio corrente nella vena jugulare, e successero subito sintomi di peripneumonia; le ramificazioni dell' arteria polmonare, ed alcune piccole pustole sparse nei polmoni contenevano mercurio, di cui certa quantità trovavasi eziandio nel cuor destro. Del mercurio che Gaspard (5) fece colare in una vena intestinale, era pervenuto, in capo ad un'ora, nel fegato, ma non ne aveva attraversati i vasi capillari. Injettato nelle arterie di una parte (6) il metallo vi determinò la paralisi, la infiammazione, la suppurazione, e non lo si trovò che nei vasi capillari di questa parte, in particolare in quelli dei punti che suppurano.

VI. Da queste esperienze adunque risulta che certe sostanze atte a mantenere la vita, o che almeno si mostrano indifferenti a suo riguardo, possono, quando sono portate immediatamente ed in gran quantità, nel

(1) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 207.
(2) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 49-55.
(3) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 193.
(4) *Giornale di Magendie, t. I, p.* 166, 242.
(5) *Loc. cit., p.* 173.
(6) *Loc. cit., p.* 70.

sangue del sistema della vena cava, arrestare la respirazione e la circolazione polmonare, sicchè non giunga più minimamente sangue nel cuor sinistro e nel sistema aortico, od almeno siffatto liquido vi pervenga in poca abbondanza e nero, e che per conseguenza la vita dei diversi organi sia abolita. È però attraverso specialmente dei vasi capillari di un organo qualunque che siffatte sostanze, introdotte in gran copia, passano difficilmente, od anche non passano minimamente. Il fenomeno può procedere da cause meccaniche, dappoichè tutte attraversano facilmente i capillari sul cadavere e molte di esse vengono da noi adoprate col maggior vantaggio per le nostre injezioni. La costrizione vivente dei vasi capillari contribuirebbe piuttosto, una volta che esse fossero penetrate in questo sistema, a spingerle più innanzi di quello che ad arrestarle, e d'altronde siffatta costrizione non è mai talmente compiuta, che torni impossibile all' aria od al mercurio passare da un altro lato. Se i capillari fossero dilatati per effetto di paralisi, la impulsione delle arterie ed il succhiamento delle vene li voterebbero. Non ne rimane quindi altro rifugio che ammettere fra queste sostanze estranee e gli organi un rapporto, il quale non permette che esse siano attratte e rispinte (§. 758), sicchè, quando esse predominano nel sangue, cancellano la circolazione.

Spieghiamo altresì con ciò gli effetti di un sangue estraneo (§. 743, II). Quand'anche tal sangue provenisse da un individuo della stessa specie, pure non è desso un prodotto dell' organismo proprio, in conseguenza entra in contatto con organi, i quali non sono dello stesso ordine di esso, non è capace di porsi convenevolmente in conflitto con essi, nè passa con facilità attraverso i vasi capillari, quegli specialmente dei polmoni. Avviene lo stesso caso, ed ancor più evidentemente, allorquando si tratti della transfusione di un sangue procedente da individuo che appartiene ad altro genere, ed in ispecialità ad una classe differente. Gli effetti di un sangue estraneo non divengono intelligibili per noi che in quanto ammettiamo, tra il sangue e le parti solide un rapporto mutuo, un conflitto, fondato sopra l'esser dessi i prodotti di una sola e stessa vita. Gli uccelli muoiono quando penetri nelle loro vene sangue dei mammiferi, e la morte, secondo Prevost e Dumas, riesce allora tanto pronta quanto dopo un avvelenamento; la sostanza di questo sangue non può essere tanto eterogenea alla composizione del loro corpo da agire come veleno, giacchè molti uccelli da preda vivono della carne e del sangue dei mammiferi, e molti altri, come le anitre, tollerano questo genere di nutrimento senza esserne incomodati. Il volume e la forma dei globetti del sangue non possono costituire un ostacolo meccanico, dappoichè, secondo Prevost e Dumas, i globetti degli uccelli sono della stessa

larghezza od anche più larghi, e sempre più lunghi (§. 664, 7.°), di quelli della maggior parte dei mammiferi. Non si comprenderebbe come i globetti egualmente larghi o più stretti di un mammifero si fermassero nei vasi capillari di un uccello, unicamente pel motivo che sono circolari, invece di essere ellittici. Le esperienze di Dieffenbach ne insegnano, che gli uccelli tollerano ancora men bene il sangue di altri uccelli, che non li rianima già dopo un' emorragia esauriente; quest' ultimo fenomeno può certamente procedere dall' estinguersi in siffatti animali la irritabilità in generale e quella del cuore in particolare con grandissima prontezza (§. 626, 2.°); sarebbe però possibile che si dovesse mettere altresì nel novero delle cause cooperanti, negli uccelli e negli altri animali ovipari, la circostanza che, durante la vita embrionaria, essi non formano il proprio sangue che a detrimento dei prodotti secretorii della madre, col concorso dell' acqua e dell' aria, mentre che l' embrione dei mammiferi forma il suo collo stesso sangue materno, tra il quale ed il suo proprio sangue evvi conflitto e reazione nell' interno della placenta.

Checchè ne sia, troviamo certi fatti, i quali annunciano un ostacolo all' attraversare il sangue estraneo i vasi capillari dei polmoni. Blundell (1) vide in un cane, di cui egli aveva mantenuta la vita per tre settimane mediante la transfusione del sangue di altro cane, il cuor destro dilatato ad un grado straordinario. Altri cani che la transfusione non aveva rianimati dopo una emorragia esauriente (2) gli presentarono, del pari che a Dieffenbach, il cuore destro disteso da sangue quagliato ed il cuor sinistro vuoto. Pari cosa avvenne in un cane, il quale del sangue umano aveva richiamato in vita, ma di cui la respirazione era rimasta stertorosa, e che perì in capo ad un' ora (3). Dopo aver injettato sangue di lumaca ad un lepre osservò Gaspard un acceleramento della respirazione, ed essendo accaduta la morte dodici ore dopo, si scopersero traccie d' infiammazione sopra molti punti della estensione dei polmoni (4).

2. Sostanze irritanti ed altre.

§. 745. La infusione delle sostanze conosciute col nome d' irritanti, veleni o medicamenti, può essere considerata riguardo alla sua quantità. Laonde troviamo che alcuni cani tollerarono dieci goccie di olio essenziale

(1) *Loc. cit.*, *p.* 75.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 66.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 86.
(4) *Giornale di Magendie*, *t. II*, *p.* 339.

di salvia (1), mezza dramma di sale di orina (2), una dramma di sale ammoniaco (3), una dramma e mezzo di sal marino (4), due oncie di aceto (5) e via dicendo. Ma gli effetti relativi alle diverse qualità di tali sostanze hanno maggior importanza. In onta della moltitudine di osservazioni raccolte in questo proposito, siamo poveri di risultati; tuttavia, siccome trattasi di un punto, il quale interessa vivamente la fisiologia, così c'ingegneremo ricondurre i fatti registrati specialmente nelle raccolte di Scheel (6), Dieffenbach (7) ed Orfila (8) ad alcune deduzioni, delle quali possa la scienza approfittare, e per abbreviare, sopprimeremo qui tutte le citazioni. In quanto agli effetti, li divideremo in quelli dipendenti di certa disposizione individuale e momentanea della vita, ed in quelli provenienti da una relazione specifica tra questa o quella sostanza, e questa o quella determinata direzione della vita.

I. Le sostanze di cui ragionasi operano, quando introduconsi nel sangue, in modo analogo a quello delle sostanze che furono precedentemente esaminate, e ciò perchè evvi egualmente eterogeneità tra esse e questo liquido.

1.° Un' affezione degli organi respiratorii fu osservata in quasi tutti i casi senza eccezione. La respirazione divenne difficile, in parte intermittente od ineguale, talvolta rumorosa, stertorosa, oppure successero sintomi di soffocazione, allorquando injettossi nelle vene gas ossido di carbonio, idrogeno puro, carbonato o fosforato, gas ossidulo di azoto, gas ammoniaco, gas cloro, acido solforico, acido ossalico, acido tartrico, aceto, fosforo, canfora, essenza di terebentina, olio di crotone, cicuta, oppio, lievito di birra, sangue infradiciato, altre materie animali in putrefazione, corteccia di quercia, noce di galla, inchiostro, tintura marziale, cloruro di oro, nitrato di argento, nitrato di bismuto, cloruro di mercurio, tartrato di potassa e di antimonio, cloruro di stagno, solfato di zinco, acetato di rame e simili. In altri casi, non si riscontrò che un acceleramento della respirazione, dopo la injezione del gas ossigeno, del gas azoto e dell' aria

(1) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 190.

(2) *Loc. cit., ivi.*

(3) *Loc. cit., t. II, p.* 256.

(4) *Loc. cit., t. I, p.* 187.

(5) *Loc. cit., t. II, p.* 46.

(6) *Die Transfusion des Blutes und Einspritzung der Arzneien in den Adern. Copenaghe*, 1802, 1803, 2 *vol. in* 8.°.

(7) *Die Transfusion des Blutes und die Infusion der Arzneien in die Blutgefaesse. Berlin*, 1828, *in* 8.°.

(8) *Tossicologia generale. Parigi*, 1814, 4 *vol. in* 8.°

putrida, dell' acido nitrico, del cloruro di oro e del nitrato di argento, del nitro e del sale ammoniaco, dell' alcoole e dell' etere, delle cantaridi e delle foglie di sena, dell' oppio, dello stramonio, della lattuga virosa e dell' acido idrocianico. La rarità ed il rallentamento della respirazione furono talvolta osservati sotto la influenza del gas ossigeno e del gas azoto, dell' acido idroclorico e dell' acido solforico. Del resto, Segalas pretende che in caso di morte per la injezione dell' alcool, la respirazione cessi già in capo di alcuni secondi, mentre che i battiti del cuore non si fermano che dopo due in tre minuti (1). Si trovarono i polmoni infiammati dopo la injezione del deutocloruro di mercurio, dell' etere, del brodo di carne putrefatta, della cicuta, della canfora e della essenza di terebentina; ingorgati di sangue, di color carico, condensati e non crepitanti, dopo quella dei cloruri di oro e di stagno, dei nitrati di argento e di bismuto, degli acetati di piombo e di rame, del tartrato di antimonio e di potassa, degli acidi solforico e nitrico, del fosforo, delle cantaridi, dell'oppio, del giusquiamo, dello stramonio e della digitale; pieni di sangue coagulato dopo quella dell' acetato di piombo, degli acidi solforico e idroclorico, dell' alcool, del sangue di drago, dell'acqua distillata di lauro-ceraso e del veleno della vipera; sparsi di spandimenti sanguigni, dopo quella dell'acetato di piombo, dell' olio di crotone, del lievito e del sangue infradiciato. Inoltre, riscontrossi una dilatazione anormale del cuore dopo la infusione dei gas azoto, ossidulo d' azoto, acido carbonico ed idrogeno, dell'acetato di piombo, dell' etere, del sangue di drago, della china e della cicuta; alcuni ammassi di sangue nero nel sistema aortico, dopo quella del gas ossigeno ed ossidulo di azoto, dei cloruri di oro e di stagno, dei nitrati di argento e di bismuto, degli acidi solforico e nitrico, della potassa caustica, dell' ammoniaca, del cloruro di bario e del fosforo.

2.° Torna facile comprendere che qualunque sostanza estranea mescolata immediatamente nel sangue, determina una irritazione anormale del cuore. Per tal guisa la infusione del sangue di lumaca, in un lepre, accrebbe la violenza dei battiti di quest' organo; quella dell' olio di oliva rese il polso piccolo, celere ed irregolare; l' altra della gomma arabica provocò battiti del cuore rapidi ed irregolari, con polso duro o debole. Medesimamente Regnaude (2) ed Hufeland (3) osservarono nell' uomo, dapprima molta agitazione, uno stato febbrile e polso irregolare, poi il

(1) *Archivii generali, t. XIII, p.* 103.
(2) *Scheel, loc. cit., t. II, p.* 90.
(3) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 13.

sudore dopo la infusione delle sostanze maggiormente diverse, come foglie di sena, legno guajaco, gomma arabica, tartaro stibiato, canfora, oppio e simili.

II. Altri sintomi sono accidentali, tanto perchè non hanno verun rapporto col modo di azione conosciuto di una sostanza, come perchè si manifestano talvolta dopo la impressione di sostanze affatto differenti. Ma, servendoci del vocabolo accidentali, intendiamo soltanto che le conseguenze dipendano da uno stato individuale e momentaneo della vita in generale, non che dei diversi sistemi ed organi. Infatti, possiamo comprendere le differenti attività della vita sotto la immagine di una reticella di anastomosi; la impressione sopra la corrente intiera si manifesta di preferenza nel ramo che, per virtù di sua disposizione momentanea, ha maggior ricettività per essa, e vi determina, secondo la natura delle circostanze, un acceleramento od un rallentamento, una stagnazione od un movimento retrogrado. Per tal guisa un mutamento del sangue può apportare nella respirazione certo disordine, il quale reagisca sul sensorio, la cui affezione ricada essa stessa sopra l' azione muscolare, sicchè quest' ultima soltanto si esprima mediante sintomi, mentre rimangono insensibili le affezioni per le quali la sua fu cagionata; torna egualmente possibile che una parte muscolare, dopo essere stata posta in momentaneo disaccordo, manifesti la sua affezione in questa o quella maniera. Per tal guisa lo studio della vita, considerata eziandio sotto altri aspetti cui esamineremo più tardi, c' insegna che un solo e stesso sintomo può dipendere da stati diversissimi, ed un solo ed identico stato annunciarsi mediante sintomi maggiormente disparati. Dunque colui che si atterrà unicamente ai sintomi, che, ad esempio, dopo aver letto in Orfila (1) che un cane nelle vene del quale injettossi nitrato di argento, presentò movimenti convulsivi della zampa anteriore destra ed uno scolamento di sierosità sanguinolenta per la narice sinistra, volesse da ciò concludere che il nitrato di argento opera unicamente sul membro pettorale destro e sul lato sinistro delle fosse nasali, che può in conseguenza essere impiegato qual mezzo curativo nelle affezioni di questa parte, costui, dico, si smarrirebbe all'esterno del cerchio della osservazione ragionata. Per dir vero non ci è dato assegnare la causa di siffatti sintomi, ed asserire, verbigrazia, perchè dei due cani ai quali Lanzoni injettò acqua di cannella, uno divenne cieco, sordo, furioso e morì, mentre l' altro sofferse unicamente vomiti (2); ma ne basta riconoscere essere questi fenomeni

(1) *Loc. cit.*, *t. I, Part. II, p.* 39.
(2) *Scheel, loc. cit., p.* 32.

accidentali. Ora tale distinzione si applica principalmente alla vita animale ed alle funzioni sulle quali essa esercita un' immediata influenza.

3. Hufeland osservò ordinariamente certa costrizione della gola dopo la injezione della canfora, dell' oppio e simili. Quella del sangue umano nelle vene di alcuni cani, l' altra di acqua pura, di acqua di cannella, di carbonato d' ammoniaca, dell' acido solforico, delle foglie di sena, della tintura di cantaridi, giusquiamo, lattuga virosa, stramonio, digitale, ed analoghi, determinò il vomito in modo che si fu incerti di sapere se il tartaro stibiato ed altri sali metallici producano quest' effetto in virtù di una proprietà cui loro appartenga specificamente.

4.° Le evacuazioni intestinali ed il flusso di orina che suolsi osservare negli animali che soffrono angoscie, riescono ancora più equivoci.

5.° Qualunque sostanza cui injettasi nel sangue può, pel disordine che induce nella vita animale cagionare la debolezza muscolare e gli spasmi sotto diverse forme. Per tal modo l' aria produce ora il tremito, ora le convulsioni od il tetano; ma qualora injettasi poco alla volta e si ripeti spesso la operazione, la morte accade senza spasmi, secondo Nysten (1). L' acqua, l' olio di oliva, la gomma arabica determinano ora la prostrazione delle forze, ora le convulsioni. Devesi adunque dare poca importanza all'avere certi sali metallici ed alcune sostanze narcotiche cagionate le convulsioni, all' aver gli acidi ed il concino sembrato produrre specialmente il tetano, all'avere altre sostanze, verbigrazia, l'ammoniaca o l'oppio, apportato ora il tetano ed ora convulsioni. Gli animali eseguiscono varii movimenti di masticazione e di deglutizione quando injettasi loro olio di oliva o di crotone, alcool od acquavite canforata, tartaro stibiato od il verde grigio.

6.° Così pure, il grido degli animali non è che la espressione generale di una sensazione disaggradevole, la quale può dipendere da disordini organici differentissimi. Lo si osservò dopo la injezione dell'aria atmosferica o dell' olio di oliva, come dopo quella degli acidi, dei sali metallici, dell' ammoniaca, delle cantaridi, delle sostanze narcotiche e dei liquidi animali in putrefazione.

7.° Le vertigini, lo stupore e lo stato apopletico avvennero altresì, non solo dopo la injezione di veleni narcotici e di sali metallici, ma inoltre dopo quella dell'acqua, dell' olio di oliva o della gomma arabica.

III. Certe sostanze, injettate nel sangue, come quando si pongono in altra maniera a contatto coll' organismo, esercitano un' azione specifica

(1) *Loc. cit.*, *p.* 32.

sopra direzioni determinate della vita. Quindi cimentossi talvolta d' injettare medicamenti. Il tartaro stibiato ed il solfato di zinco, introdotti nelle vene, producono il vomito; il nitrato di argento (1), il deutocloruro di mercurio (2), l'oppio (3), la cicuta (4), i liquidi animali in putrefazione (5) determinarono la infiammazione del tubo intestinale; l'acetato di piombo soppresse le evacuazioni alvine (6); le cantaridi produssero la flemmasia della vescica (7); il deutocloruro di mercurio cagionò la salivazione (8); l' oppio ora sviluppò la serie compiuta dei suoi effetti, vale dire dapprima l'eccitazione di tutti i sensi, l'esaltazione della vita animale, poi l' infingardaggine ed il torpore, finalmente lo stupore (9), ora provocò subito questi ultimi fenomeni opprimendo la vita animale (10). Il vino (11) e l'alcool (12) determinarono la ubbriachezza. Esamineremo più tardi se tali sostanze operano soltanto dopo essere passate nel sangue.

ARTICOLO II.

Maniera di agire del sangue sull' organismo.

§. 746. Riguardo al modo di operare del sangue,

I. Somministra esso i materiali necessarii alla formazione dei solidi e dei liquidi, ma ne riceve eziandio altri in iscambio, come dimostreremo più ampiamente trattando della plasticità organica, e come puossi già concluderlo dalla esperienza superiormente riportata (§. 741, 1.°), la quale stabilisce che, quando evvi poco sangue, la nutrizione e la secrezione si fanno in modo incompiuto. Potrebbesi egualmente citare in prova che i giovani individui, nei quali la plasticità dispiega maggior energia, periscono, in proporzione, più presto degli individui inoltrati cogli anni, per la perdita del proprio sangue (§. 741, 2.°). Ma le conseguenze di una emorragia spossante si manifestano istantaneamente, mentre che la nutrizione

(1) *Orfila, loc. cit., t. I, Part. II, p.* 38,
(2) *Giornale di Magendie, t. I, p.* 182.
(3) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 251.
(4) *Ivi, p.* 245.
(5) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 164.
(6) *Giornale di Magendie, t. I, p.* 284.
(7) *Orfila, loc. cit., t. I, Part. II, p.* 211.
(8) *Giornale di Magendie, t. I, p.* 182.
(9) *Dieffenbach, loc. cit., p.* 80.
(10) *Orfila, loc. cit., t. II, Part. I, p.* 135.
(11) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 190, 211; *t. II, p.* 29. — *Dieffenbach, loc. cit., p.* 139.
(12) *Giornale di Magendie, t, I, p.* 33.

compiesi poco a poco ed in modo insensibile, sicchè la sua interruzione non può distruggere cotanto prontamente la vita. La estinzione delle secrezioni non può neppur produrre effetti così subitanei, tanto meglio che, altresì nelle perdite considerabili di sangue, i vasi capillari sono gli ultimi a vuotarsi compiutamente.

II. Il sangue opera eziandio come stimolo; giacchè, ovunque dove l'accesso degli organi gli è interdetto, non si scorge dapprima che il disordine dell'attività vitale, e prescindendo dalla vuotezza dei vasi, coi risultati meccanici che essa produce, non si scopre assolutamente veruna mutazione. Al disotto di un aneurisma, il membro, cui questo tumore impedisce di ricevere bastevole sangue, divien freddo e floscio, ma solo in capo a certo tratto di tempo esso dimagrasi. I fenomeni che si manifestano dietro grave emorragia, come mancanza di appetito, debolezza della digestione, e disposizione a copiosi sudori, alla diarrea, od a spandimenti sierosi nel tessuto cellulare, annunciano che la vita plastica manca non solo di sostanza, ma inoltre e specialmente di forza. Medesimamente, nelle congestioni, non iscorgesi dapprima altro che turgescenza, pletora, ed esaltazione della vitalità; solo più tardi avviene ipertrofia. Finalmente l' azione del sangue si regola in ogni punto giusta le leggi dell' eccitamento.

1.° Qualunque mutazione della quantità del sangue nel corpo intiero od in qual si voglia organo, esercita una influenza tanto più visibile, che il nuovo stato risultante da ciò si allontana maggiormente da quello che fin allora avveniva. Se il sangue zampilla da ferita praticata a grossa arteria, la sincope e la morte sono il risultato di emorragia, la quale non apporterebbe verun inconveniente se provenisse da picciol ramo, e si effettuasse lentamente, goccia per goccia. È vero che, in quest' ultimo caso, la economia guadagna tempo per introdurre nuovi liquidi nel sistema vascolare, invece del sangue perduto; ma la differenza tra gli effetti è troppo considerabile, comparativamente a quella del tempo, perchè quest'ultima possa essere la causa per la quale tollerasi meglio un' emorragia lenta. Allorquando, nel salasso, apresi largamente la vena, sicchè il sangue fluisca con rapidità, basta una perdita mediocre di questo liquido, non solo per determinare subito grave debolezza e molta propensione alla sincope, ma inoltre per cagionare un affievolimento prolungato, locchè rende tal maniera di praticare il salasso efficace specialmente quando trattasi di deprimere l' attività vitale, di moderare la febbre e la infiammazione. Per tal guisa, secondo Pemberton, una emissione di otto oncie di sangue, in un caso di flemmasia, può agire in modo salutare quando essa effettuasi nello spazio di tre minuti, e non produrre più tale effetto se avvenga soltanto

in dieci minuti. All'opposto, bisogna praticare men larga apertura al vaso, e determinare così uno scolo men sollecito, quando si tratti di menomare la massa del sangue, senza affievolire la vitalità, in conseguenza nel caso in cui evvi eccesso di liquido, senza che questa ultima presenti traccia di eccitazione. La quantità del sangue può essere piccolissima in persona che contrasse l' abitudine dei salassi, e tuttavia produrre i fenomeni tutti della pletora, allorquando non si ha cura di menomarla tratto tratto. D'altra parte la stessa copia di sangue accumulata in un organo provoca sintomi molto più violenti allorquando la congestione o la infiammazione si stabilisce in modo subitaneo, che quando l' anomalia si manifesti poco a poco e lentamente.

2.° Ogni stimolo atto ad esaltare certa direzione della vita, la deprime quando operi con troppa forza. Questa regola si applica eziandio al sangue. Nella pletora mediocre il polso è grande, pieno e frequente, la turgescenza vitale aumentata del pari che la produzione del calore e le secrezioni, finalmente la vita animale stimolata ed energica; ma se la pletora trovasi spinta più oltre, la circolazione, la nutrizione e tutte le manifestazioni della vita si rallentano, avvengono mali di testa, stordità, propensione al sonno, ambascia di respirare, intormentimento delle membra. Niun'altra cosa ne illumina meglio sopra tale proposito e più immediatamente come le esperienze nelle quali injettasi ad un animale il sangue proveniente da altro animale, dopo avergliene levato troppo poco, od anche affatto trascurata tale precauzione; i battiti del cuore diventano deboli, ondulatorii, la respirazione difficile, profonda, frequente e stertorosa; l'animale appalesa grande agitazione e molta ansietà, oppure cade nella infingardaggine e nel torpore, in una specie di stupore, e perisce. Dopo la morte trovasi (1) il cuore in parte pieno di sangue coagulato. Medesimamente, accumulandosi in un organo, il sangue opprime le funzioni di esso, produce nel cervello lo stupore e l' apoplessia, alla retina la cecità, nei polmoni la asfissia, e va parlando. Nel punto culminante di una febbre infiammatoria, il polso è lento e depresso, nè diviene forte, grande e frequente, che dopo un salasso. Così pure una perdita di sangue ha spesso per effetto di stimolare maggiormente la vita, ed anche di portarne le manifestazioni fin al grado che costituisce la malattia; in simil caso, un salasso apporta movimenti febbrili, battiti di cuore, polso forte e frequente. Laonde, un solo e medesimo sintomo può dipendere da stati direttamente opposti;

(1) *Scheel, loc. cit., t. I, p.* 180; *t. II, p.* 136, 144, 150. — *Dieffenbach, loc. cit, p.* 27.

le palpitazioni del cuore possono riferirsi all' eccesso del pari che alla penuria del sangue, il delirio e le convulsioni possono sopraggiungere allorquando il sangue recasi in troppa copia al cervello del pari che quando questo viscere non ne riceve abbastanza, e via parlando.

3.° Del resto, non bisogna mai aver riguardo alla quantità assoluta del sangue, sibbene alla proporzione tra siffatto liquido e l' organismo. Può desso essere troppo abbondante in modo relativo e determinare sintomi di pletora quando evvi mancanza di correlazione tra esso ed il potere reazionario degli organi o la capacità del sistema vascolare. Il primo caso *(plethora ad vires)* accade quando, in un individuo, il quale abitualmente non ha molto sangue, la copia di tal liquido aumenti, anche pochissimo, nel tempo stesso che l' eccitabilità diventa maggiore. L' altro *(plethora ad spatium)* è quello in cui molti organi ricevono men sangue del solito, per effetto di uno stato spasmodico, o quello di un individuo, il quale, dopo aver perduto un arto intiero, continua a produrre tanto sangue come prima della sua mutilazione.

III. È evidente che il sangue opera come stimolante sopra tutti gli organi;

4.° Ma quest' azione da parte sua si esercita principalmente sopra il suo proprio organo, il cuore (§. 717, 6.°). Niuna cosa, giusta la osservazione di Wedemeyer (1), affievolisce tanto quanto una emorragia la influenza che il cuore esercita sopra la circolazione; in un animale il quale perde tutto il proprio sangue, i battiti del cuore diventano più deboli e più rapidi, poi irregolari ed intermittenti, finchè per ultimo cessino intieramente. Rianimò Humboldt (2), il movimento in cuori di rane, che erano già immobili, immergendoli nel sangue, e dopo che la ripetizione di siffatta esperienza gli aveva esauriti, ricominciavano a pulsare vivacemente quando introducevansi nella cavità pettorale di rana di cui affatto di recente avevasi sparso il sangue. Il cuore di un rospo, che niuna irritazione meccanica poteva più determinare a contrarsi, eseguì deboli pulsazioni dopo essere stato rimesso nel petto dell' animale, e battè più celeremente quando lo s' introdusse nel petto di una rana testè aperta. La immersione del cuore di pesci nel sangue di lucertola, e quella del cuore di talpa nel sangue di gatto, produssero lo stesso risultato, ma il cuore di un sorcio non fu rianimato dal sangue di animali a sangue freddo.

5.° Riempiendo le cavità del cuore, il sangue eccita quest' organo,

(1) *Untersuchungen, p.* 189.
(2) *Ueber die gereizte Muskelfaser, t. II, p.* 264.

ciò che imprime a sè stesso il movimento. Nei vasi capillari, all' opposto, trova esso il suo scopo, e vi entra in rapporto più intimo, in conflitto chimico dinamico, cogli organi di cui questi vasi formano parte integrante, giacchè il sistema vascolare perde colà la sua indipendenza (§. 702, 1.°). Ammesso quindi nella sostanza degli organi, esso stimola l' attività vitale propria di ognuno di essi, ed esercita la sua influenza sulla vita generale, nella guisa stessa che opera ancora fin sopra la rigidezza cadaverica (§. 635, 8.°). Ma i fenomeni risultanti da un cambiamento repentino, principalmente nella quantità (§. 741) o nella qualità (§. 743) del sangue, ci convincono essere la sola vita animale e non la vita vegetativa, che abbisogna della impressione continua e costantemente rinovata del sangue arterioso, che in conseguenza il sangue dirige di preferenza la sua virtù stimolante verso le funzioni animali. Ecco perchè un' emorragia abbondante e repentina produce vertigini, oscuramento della vista, abolizione della coscienza, sincope, e lascia dietro sè sempre oppressione, spesso paralisi, o l'affievolimento delle facoltà intellettuali oppure il delirio. Disanguare un animale, è privarlo dapprima della sua vita animale, dopo la perdita della quale il cuore continua ancora per alcun tempo a battere, come comprovarono le osservazioni di Piorry (1). Quindi Richerand riscontrò che cani ai quali egli legava le due carotidi e le due arterie vertebrali, cadevano per terra e morivano in pochi secondi affatto come quelli di cui esso aveva legato la stessa aorta immediatamente presso il cuore (2); la mancanza di sangue arterioso nel cervello produceva lo stesso effetto della sua diffalta nel corpo intiero. Le irregolarità della circolazione apportate dai vizii di conformazione del cuore determinano un disordine più o men considerabile delle facoltà dell' anima, e l' azione che il sangue esercita particolarmente sul carattere emergerà dalle considerazioni, nelle quali entreremo più tardi in proposito di siffatta direzione dell' anima.

IV. La proprietà stimolante del sangue posa sulla natura intima della sua sostanza, e sopra la maniera chimico-dinamico, con cui essa comportasi riguardo alle parti solide; ma il rapporto meccanico vi entra pure per qualche cosa.

6.° In virtù di sua quantità (§. 691) e di sua espansione (§. 690), il sangue pone le parti solide in istato di tensione e di resistenza favorevole alla influenza che esse esercitano le une sulle altre. Esaurendo di

(1) *Froriep, Notizen, t. XIII, p.* 189.
(2) *Memorie della Soc. med. d' Emulazione, t. III, p.* 296.

sangue un animale, tutte le parti avvizzisconsi e rilasciansi; quando l'afflusso di sangue aumenta verso di esse, acquistano maggior volume e resistenza più sensibile. Quindi, se il cervello riceve più grande quantità di sangue del consueto, produce uno sforzo contro il cranio, vi pratica poco a poco alcune escavazioni, fa eziandio talvolta rompere le suture, e scappa ordinariamente attraverso le aperture accidentali della cassa ossea. Il volume del corpo cambia egualmente in tutte le circostanze che accrescono o diminuiscono il movimento del sangue verso la periferia in generale, o verso un punto qualunque della superficie. Giusta le misure di Martini (1), il contorno del petto e del ventre aumenta di circa cinque linee dopo che mangiossi (§. 767); dopo un pasto copioso, o l'uso di grande quantità di vino e di caffè, quello del petto si accresce di circa sette linee, e l'altro del ventre di dieci in dodici; all'opposto, dopo aver bevuto acquavite, la parte superiore del petto trovossi più stretta di cinque linee, la inferiore di dodici, ed il ventre di cinque. La circonferenza del petto aumentò di otto linee dopo aver suonato uno strumento, di sei linee in alto ed otto al basso, durante un accesso di colera; diminuì, col freddo, di circa sei linee. Dopo il camminare, il polpaccio delle gambe trovossi più grosso di cinque linee e la coscia di sette.

7.° La forza con cui l'urto del cuore opera sul sangue nelle arterie produce uno scuotimento, non solo in questi ultimi vasi, ma eziandio negli organi vicini. Se, ad esempio, si posi il gombito sopra una tavola, tenendo un corpo lungo in mano, vedesi questo elevarsi ed abbassarsi in modo isocrono ai battiti del polso. Pari cosa avviene alla coscia che s'incrocicchi sull'altra stando assisi. Ora, se consideriamo il sistema vascolare quale apparato meccanico di tubi legati gli uni cogli altri, nel cerchio dei quali il cuore è rinchiuso come tromba aspirante e premente, ne sembra che questa tromba potrebbe compiere la circolazione anche dispiegando una forza molto meno considerabile; e se riflettiamo ancora che indipendentemente dal cuore si scoprono altre forze le quali determinano la funzione (§. 758), diviene evidente che la sua potenza non è indispensabile. Però, siccome ripugna ammettere un dispiegamento inutile di forza in una funzione, la quale è cotanto generale, non possiamo neppur credere che siffatto scuotimento sia senza importanza, e dobbiamo pensare che esso influisca sopra la vitalità degli organi, ipotesi di cui Bichat tentò il primo stabilire la verisimiglianza (2). Infatti, l'agitazione meccanica

(1) *Abhandlungen der Schwedischen Akademie, t. XXXI, p. 73.*
(2) *Ricerche sopra la vita e la morte, p. 185-202.*

risultante dalle alternative continue di ampliazione e di ristringimento della cassa toracica, dei polmoni e del cuore, come altresì del movimento delle pareti addominali, dello stomaco, del tubo intestinale e della vescica orinaria, sembra influire in potente modo sopra la vitalità degli organi, ed allora non iscorgesi perchè la impulsione del sangue arterioso non contribuirebbe pure a quest' azione. Le tortuosità delle arterie sembrano indicare tale essere effettivamente l'ufficio che possede; moltiplicando i punti di contatto delle arterie ed estendendoli più da lungi lateralmente, esse permettono loro di scuotere maggiormente gli organi vicini; quindi si rinvengono specialmente, come osserva Bell (1), nelle parti dotate di grande vitalità, sicchè avvene di più, verbigrazia, nella testa che agli arti inferiori. Medesimamente, quando la placenta, le glandole mammarie e simili, dispiegano una vita più energica, le loro arterie diventano più forti e più tortuose di quanto lo erano dapprima. Ma il cervello è di tutti gli organi quello in cui si riconosce al massimo grado la influenza di tale scuotimento, e se dessa vi si mostra più grande che ovunque altrove, ciò proviene dal non esservi altresì verun organo, nella economia umana, che risenti più vivamente l'azione stimolante del sangue, quanto questo centro della vita animale. Infatti, scorgiamo, nel cervello dell'uomo, certe disposizioni, le quali gli permettono di essere scosso per gli effetti dei battiti del cuore. I rami arteriosi che vi si recano, innanzi di dividersi in rametti, descrivono alcune tortuosità alla sua base, e vi formano un cerchio in cui una corrente sanguigna diretta dal dinanzi all' indietro, s' incontra con altra diretta dal di dietro al dinanzi, sicchè ad ogni sistole del cuore questi vasi si estendono dal basso in alto e sollevano l' organo encefalico riposante sopra di essi, tanto più che essendo sprovveduti di membrana fibrosa, devono non solo cedere con grande facilità alla impulsione del cuore, ma ancora trasmetterla agevolmente alla massa molle dell'encefalo. Quindi scorgesi, tanto sul cadavere, quando si injetti acqua a saltelli nelle carotidi, come sul vivente, allorchè le circostanze permettono di fare tale osservazione, il cervello sollevarsi ad ogni battito del cuore, ed abbassarsi subito dopo. Questi movimenti cessano quando le forze diminuiscono, scemano nelle emorragie, s' interrompono durante la sincope, aumentano allorquando il sangue affluisce in maggior copia verso la testa, e fermansi quando le arterie cerebrali si chiudono; in una parola, corrispondono esattamente alla impulsione del cuore ed alla sua propagazione al cervello (2). Ma, d' altra parte, stanno pure in ragione diretta dell'attività delle

(1) *An essay on the forces by which circulates the blood, p.* 42.
(2) *Burdach, Vom Baue des Gehirns, t. III, p.* 32-37.

facoltà dell' anima; non si osservano mica nello stupore che accompagna le commozioni cerebrali, e secondo che essi si ristabiliscono, rinasce la coscienza. Sono più deboli nei mammiferi che nell' uomo, e mancano totalmente negli uccelli, nei rettili e nei pesci. Nei pesci e negli urodeli, il cuore non può esercitare questa immediata influenza sopra il cervello, dappoichè tra i due organi trovasi interposto il sistema vascolare delle branchie. Negli altri rettili, non avvi altro che uno dei que' tronchi nei quali l' aorta si divide che dia le arterie della testa e delle membra superiori, ed eziandio in guisa che, d'ordinario, l' arteria cefalica non è che un debole ramo della succlavia, e l' arteria cerebrale l' ultimo ramo della cefalica. Negli uccelli non avvi egualmente aorta ascendente, dividendosi l'aorta, subito dopo la sua uscita dal cuore, in un tronco sinistro, l'arteria succlavia sinistra, ed in un tronco destro, l'aorta discendente, dalla quale nasce la succlavia destra; la carotide che proviene dalla succlavia destra, o dalla sinistra, o da entrambe, e che fornisce l'arteria ventrale, è in proporzione molto piccola, e spesso impari fin presso la base del cranio, ove essa si divide in molti rami, tra i quali l' arteria cerebrale non si fa osservare per un calibro più considerabile. Solo nei mammiferi la massa intiera del sangue introducesi nell' aorta ascendente, d' onde risultano un afflusso più considerabile di questo liquido verso la testa, ed un movimento maggiore del cervello. Però tale stato di cose è specialmente sviluppatissimo nell'uomo, ove, più che ovunque altrove, la base del cuore e la uscita del ventricolo aortico sono rivolte verso l' encefalo, ed ove la carotide interna non è più un ramo subordinato dell' interna, ma forma la continuazione in linea retta del tronco, sicchè il sangue si porta al cervello in modo diretto e con tutta la potenza di cui è animato (1). Per dir vero, giusta la legge generale della idrostatica, il liquido pesa uniformemente in ogni verso sopra le sue pareti; ma in un movimento saltellante, urta altresì con più forza contro la parete che gli è direttamente opposta (§. 728, 1.°).

8.° L'arteria carotide interna incontra dapprima perpendicolarmente la rocca, poi s' inflette nel suo canale osseo, cui essa riempie per intiero, e col periostio del quale è dessa intimamente unita; ecco perchè accade spesso essere la testa sollevata ad ogni pulsazione, quando, per effetto della malattia, il sangue affluisce in maggior copia verso di essa (2). Ma ciò che accade con una violenza insolita nello stato normale, deve accadere altresì in minor grado nello stato ordinario; il sangue che urta contro la

(1) *Burdach, loc. cit.*, *t. III*, *p.* 116.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 32, 36.

parete ossea deve produrre in essa certa vibrazione che cagioni un legger tremito nel cervello. La corrente del sangue può benissimo determinare qualche cosa di analogo in altre parti molli; solo allora il fenomeno riesce invisibile, sebbene suscettivo di essere valutato dall'orecchio. Ora, quando si pone il dito nell'orecchio, odesi un rumore continuo, e potrebbesi presumere che dipenda dall' oscillazione determinata nel dito dal corso del sangue, se non si riferisse forse in parte a certa attività vivente delle fibre muscolari. Ecco un punto sul quale ritorneremo più tardi.

Del resto, il modo di azione meccanica della circolazione sembra perdersi negli animali inferiori; gli insetti a cui si tolse il vaso dorsale, o nei quali lo si riempì di sostanza estranea, continuano a vivere fin tanto che i loro organi sono bagnati ed imbevuti di succo vitale.

CAPITOLO II.

Azione dell' organismo sul sangue.

§. 747. Abbiamo già osservato che la qualità del sangue varia nei due sessi (§. 168, 1.°), durante la gravidanza (§. 347, 2.°), la vita embrionaria (§§. 464, 3.°; 467, 10.°), la giovinezza (§. 539), l' età avanzata (§. 584, 1.°), ed il sonno d' inverno (§. 612, 4.°), atteso che essa è determinata tanto dal modo di formazione del sangue mediante la digestione e la respirazione, quanto per quello della decomposizione di siffatto liquido durante la secrezione e la nutrizione. Però indipendentemente da tutte queste circostanze, lo stato della vita nel resto dell' organismo esercita una sensibile influenza. Il sangue, colla sua mobilità, stabilisce certa connessione tra le differenti parti del corpo, ed in tal maniera, la sua qualità varia altresì secondo lo stato delle funzioni. La sua suscettibilità in tal riguardo, ed in generale la sua grande variabilità, si manifestano specialmente per le mutazioni ch'esso soffre frequentemente nelle sue proprietà, mentre eziandio fluisce dalla vena.

1.° Secondo Bellingeri (1), la porzione che prima fluisce è per solito meno elettrica, e, secondo Rossi (2), succede talvolta che ad una porzione non elettrica ne tenga dietro una di elettrica, poi altra che non lo è mica.

2.° La prima porzione è ordinariamente più carica di colore e più densa. G. Davy trovò, in diversi animali cui esso aveva fatto perire di

(1) *Bollettino della Soc. medica di Emulazione*, 1823, *p.* 643.
(2) *Ivi*, *p.* 639.

emorragia, che la ultima porzione era almeno da uno a due millesimi (1), ma talvolta eziandio da cinque a sette (2) più leggera della prima; sicchè, in un bue, ad esempio, la gravità specifica della prima era di 1058, e quella dell' ultima di 1051.

3.° La prima porzione si coagula più tardi dell' ultima (§. 754, 5.°).

4.° La prima somministra più globetti dell' altra che viene dopo; tuttavia la quantità di siffatti globetti aumenta nelle ultime porzioni. Così, secondo Thackrah (3), la proporzione del siero al quaglio fu, in un caso, dapprima di 1 : 2,25, poi di 1 : 1,41, finalmente di 1 : 1, 76; ed in altro caso, dapprima di 1 : 1,28, poi di 1 : 1,04, indi di 1 : 1,31; più tardi di 1 : 1,13, e finalmente di 1 : 1,19.

5.° La prima porzione contiene più fibrina; trovò Scudamore (4), in mille grani del suo quaglio, dodici grani di fibrina, mentre che la stessa quantità di quaglio dell' ultima porzione non gliene aveva dato che sei di fibrina. Giusta le osservazioni di Davy, la quantità della fibrina cade, durante la emorragia, da 0,37 a 0,34, o da 0,47 a 0,37, o da 0,17 a 0,16, ma ascese in un caso, da 0,36 a 0,40 (5). Trovò egualmente Lavagna dapprima molta fibrina nel sangue di un coniglio, mentre che non ve ne era quasi più mentre l' animale moriva (6).

6.° Riconobbe Davy altresì che il siero della prima porzione era più denso di quello dell' ultima, essendo la gravità specifica caduta da 1027 a 1022, o da 1024 a 1018.

7.° Spesso formasi una cotenna sulla prima porzione, mentre non se ne produce sull'ultima. Cita Hewson (7) molti casi di tal genere, certuni fra gli altri nei quali il fenomeno fu presentato dal sangue ottenuto da salassi ripetuti lo stesso giorno, locchè prova modificarsi il sangue durante questa operazione ed in occasione di essa.

8.° Osserva Gendrin (8) che quando il salasso interrompesi per una sincope, il sangue che poscia fluisce non forma più cotenna, dà un quaglio più molle e più voluminoso, e deponesi nel siero maggior copia di cruore.

(1) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organische Physik, t. II, p.* 389.
(2) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 130.
(3) *An inquiry into the natur of blood, p.* 100.
(4) *Versuch ueber das Blut, p.* 99.
(5) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organiche Physik, t. II, p.* 389.
(6) *Meckel, Deutsches Archiv, t. IV, p.* 154.
(7) *Experimental inquiries, t. I, p.* 53.
(8) *Storia anatomica delle infiammazioni, t. II, p.* 439.

Schroeder (1) cerca spiegare tali fenomeni in modo meccanico; opina egli che i vasi capillari si ristringano durante il salasso, ed ammettano perciò eziandio men globetti del sangue, e conducano più siero nelle vene, sicchè il sangue venoso diviene più acquoso, e che a questa causa devesi attribuire il non produrre esso più cotenna. Schroeder fondasi sopra un'osservazione, secondo la quale il sangue della vena cava in un cadavere si coagula tanto tardi e somministra un quaglio tanto sodo quanto la prima porzione del liquido ottenuto col salasso. Però molti degli osservatori da noi citati rimarcarono questi fenomeni sul sangue arterioso e non sul sangue venoso; Lavagna, ad esempio, li vide sul sangue della carotide. D' altronde, la diminuzione della densità del siero difficilmente potrebbe spiegarsi mediante il ristringimento dei vasi capillari; il quale restringimento stesso, quando in realtà accade, è piuttosto il risultato dell' applicazione dei vasi alla massa diminuita del sangue che una costrizione capace di ostare alla penetrazione dei globetti. Dice inoltre Schroeder in appoggio di sua teorica, che, in un generoso salasso, il sangue è reso più liquido mediante l' afflusso della linfa, che, durante l' agonia, la contrazione dello stomaco lo mescola col succo gastrico e colla bile, e che siffatte circostanze gli impediscono di coagularsi; ma sarebbe difficilissimo, che nella breve durata di un salasso, affluisse tanta linfa nel sangue da produrre tali fenomeni; e l' ammissione di un miscuglio di succo gastrico e di bile costituisce una ipotesi troppo forzata, perchè le si possa accordare la minima fiducia. Le esperienze sulla coagulabilità del sangue (§. 754) provano che le sue qualità chimiche sono suscettibili di essere cambiate di repente per una modificazione qualunque dello stato della vita, e quantunque i fenomeni qui sopra menzionati possano dipendere in parte da circostanze meccaniche, come pure dall' afflusso di altri liquidi, non attestano però meno la facilità con cui il sangue lasciasi modificare da ogni mutamento avvenuto nello stato generale della vita.

ARTICOLO I.

Modo di agire della economia sul sangue.

§. 748. L'azione delle parti circostanti sul sangue deve essere o meccanica o chimica, vale dire, riportarsi od alla estensione nello spazio, od alla costituzione della sostanza. Ma, sì nell' uno che nell' altro caso, una

(1) *Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam, p.* 53.

reciprocità di azione costituisce tanto la causa che l'effetto di tale influenza materiale.

I. AZIONE MECCANICA.

Per quello spettasi ai rapporti meccanici,

2.° Trovammo che il cuore compie la circolazione colla sua propria forza e senza il concorso di verun' altra, se pur non sia la forza meccanica dei vasi (§§. 719-723). Siccome i vasi non sono dotati soltanto di elasticità esaltata dalla vitalità, vale a dire della tonicità, ma possedono altresì in parte la forza muscolare (§§. 732-737), e che non sapremmo ammettere la inazione compiuta di quest'ultima, torna probabilissimo che essa abbia per iscopo di esercitare una compressione sul sangue. Il sangue distende le arterie al di là del diametro dato dalla loro coesione, mette limiti alla manifestazione della loro elasticità, e più ancora alla loro forza muscolare, la quale tende a far sì che esse si rinserrino maggiormente; ma la sua propria forza espansiva è limitata alla sua volta dalla reazione delle arterie, e da ciò risulta, tra le due parti costituenti del sistema sanguigno, certa tensione per virtù della quale la vitalità trovasi esaltata. Infatti, qualunque forza non è determinata a manifestarsi se non da quella che le fa antagonismo, ed allorquando tra due forze opposte esiste un conflitto tale che niuna delle due possa vincere l' altra, ma che la manifestazione di ognuna rinvenga ostacoli, i quali le impediscano di raggiungere il proprio scopo e di esaurirsi, risulta da ciò un'attività più energica, cui indichiamo col nome di tensione. Ora, il contenuto in sangue dalle arterie varia, giacchè, da un lato, la quantità del sangue in generale aumenta durante certo tratto di tempo dopo la digestione, e diminuisce quindi più o meno per effetto dell' abbondanza più o men grande delle secrezioni; d' altra parte, nella guisa stessa che l'attività vitale comporta variazioni in diversi organi, così pure queste o quelle arterie ricevono maggior sangue a certe epoche che in altri tempi, e ne sottraggono ad altre una quantità corrispondente; inoltre, la forza espansiva del sangue stesso può aumentare o diminuire sotto la influenza della vita e delle sue condizioni esterne, in particolare della temperatura. Ora le arterie si adattano al sangue, come la pelle alla carne, e, in virtù della loro forza motrice, esse lo seguono in tutte le sue variazioni, sicchè la tensione trovasi mantenuta costantemente, anche dopo una grande perdita accidentale del sangue (§. 743, 2.°). Per usare un linguaggio figurato, il sangue e l' arteria si cercano l' un l' altra come parti aspiranti mutuamente a compiersi; il sangue esercita uno sforzo

dall' interno all' esterno verso la sua parete, e l'arteria dall'esterno all' interno verso il suo contenuto, d' onde segue che siffatto rapporto da una parte e dall' altra realizza la unità vivente dei due membri costituenti il sistema sanguigno.

2.° La meccanica, dice Arnott (1), evita qualunque movimento saltellante all' oggetto di risparmiare lo sfregamento. Quindi tutti gli organi appalesano un movimento moderatissimo, eccettuato il cuore; fa d' uopo quindi che l' azione saltellante di quest' ultimo abbia uno scopo particolare, che può consistere nello scuotimento degli organi (§. 746, 7.°); ma si chiede se lo scuotimento simultaneo del sangue non abbia altresì considerabile influenza sopra questo liquido. Non è peranco certo che tutti gli insetti, in particolare allo stato perfetto, abbiano un sistema vascolare compiuto. Strauss (2), nelle sue belle ricerche sullo scarafaggio, scoperse, nella parte posteriore del vaso dorsale, otto aperture laterali, le quali, durante la diastole, si aprono e succhiano il sangue della cavità addominale, poi si chiudono mediante valvole durante la sistole; questa caccia il liquido nell' arteria che esce dalla parte anteriore del vaso dorsale per andare a raggiungere la testa. Giusta tutto questo, la pulsazione del cuore non potrebbe qui riportarsi alla propulsione del sangue, ned effettuare uno scuotimento degli organi. Ma, in ogni caso, i vasi sono tanto poco comuni negli insetti, che la maggior parte del succo vitale bagna immediatamente gli organi, ed in tal maniera solo una piccolissima parte, durante la diastole del vaso dorsale, viene spinta dalla regione anteriore di questo nell' arteria, mentre la più considerabile reuflisce all' indietro. Ora, nella guisa stessa che scorgiamo qui una fluttuazione continua di sangue, così ne scopriamo altra analoga ovunque, sotto qualsiasi forma che il cuore apparisca; così, ad esempio, negli animali vertebrati, il sangue contenuto nei ventricoli è alternativamente spinto verso la punta e verso la base (3). Dappoichè appoggiasi sopra una legge generale (§. 593, 3.°) questa fluttuazione (§. 714, 6.°) non può essere senza scopo. Ogni cosa ne induce a credere, come lo ha specialmente sviluppato Legallois (4), che essa tenda, almeno in parte, a mescolare il sangue. Siccome il sangue comporta, in ogni organo, alla nutrizione od alla secrezione de quale esso serve, una metamorfosi speciale e proporzionata alla sua natura particolare, le differenti sorta di sangue devono incontrarsi nel cuor destro, e là, infatti,

(1) *Elemente der Physik*, *t. I*, *p.* 490.
(2) *Considerazioni generali sull' anatomia degli animali articolati*, *p.* 357.
(3) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 61.
(4) *Opere*, *t. I*, *p.* 324.

troviamo portate ad un alto grado di sviluppo le condizioni meccaniche che rendono possibile siffatto mescuglio e tale riduzione in una massa omogenea. Dapprima, le correnti opposte della vena cava superiore e della vena cava inferiore s' incontrano, quantunque quella della prima non giunga in parte che sul tubercolo di Lower; in secondo luogo, il reflusso del sangue dal ventricolo nella orecchietta e da questa nei tronchi venosi risulta maggiore che nel lato sinistro del cuore; finalmente le protuberanze e le depressioni sono maggiori, in conseguenza il contatto del sangue colle pareti avviene sopra superficie più estese e più moltiplicate. Però siffatte disposizioni esistono egualmente, ma in minor grado, nel cuore sinistro, sebbene esso non riceva il proprio sangue dai polmoni; le vene polmonari s' incontrano orizzontalmente e non perpendicolarmente, e se il reflusso nel loro interno, se la ineguaglianza della superficie interna del cuore, dovuta alla protuberanza delle colonne carnose, si riducono a poca cosa, nondimeno si osservano. Crede Legallois che la necessità del miscuglio provenga qui dal non farsi la respirazione in modo uniforme in tutte le parti dei polmoni, per ciò che mantenendola arteficialmente negli animali posti a morte, vide il sangue rimanere talvolta nero in certi punti dell' organo polmonare. Ma voler trarre da questa osservazione una conclusione applicabile allo stato normale della vita, sembra essere cosa arrischiatissima, e puossi presumere, a quanto ne pare, che l' agitazione dei globetti e della sierosità del sangue nel cuore non sia che la rappresentazione a più alto grado dell' azione vivente esercitata dalle pareti (§§. 749-751).

II. AZIONE CHIMICA.

§. 749. Il sangue conserva la sua costituzione e la sua consistenza normale tanto alla lunga fin che è contenuto nei vasi viventi; può bensì fluire per alcuni istanti entro canali morti senza patire notevole cambiamento; così, in alcune esperienze di transfusione, King (1) impiegò, senza che ne risultasse verun inconveniente, tre tubi di penna inseriti uno nell' altro, Rosa (2) un tubo di cuojo, e Tietzel (3) una estremità di arteria staccata dal corpo di altro animale. Blundell (4) vide eziandio che, quando riceveva

(1) *Scheel, loc. cit., t. I, p. 170.*
(2) *Ivi, t. II, p. 141.*
(3) *Dieffenbach, loc. cit., p. 27.*
(4) *Researches, p. 99.*

il sangue di un cane in una tazza, lo lasciava riposare per alcuni secondi, ne riempiva quindi una sciringa, e lo injettava nella vena, la vita dell'animale non si trovava compromessa ; così, mediante un tubo ed una sciringa aventi insieme diciotto pollici di lunghezza, fece egli passare il sangue da un' arteria crurale in una vena dello stesso nome, o da una vena jugulare nella carotide, e la quantità di liquido che esso rinnoveva, giungeva eziandio fin a pareggiare il peso totale dell'animale, sicchè lo stesso sangue aveva dovuto attraversare molte volte i canali inerti. Ma riscontrò, in tutte queste esperienze (1), che durante la operazione, ed anche due o tre giorni dopo, gli animali pativano lassezza, avevano le pulsazioni del cuore e la respirazione irregolari o deboli, donde concluse con ragione che il sangue così transfuso era in procinto di decomporsi ed abbisognava di comportare una nuova assimilazione per essere atto a mantenere le condizioni normali della vita. Pari cosa accade verisimilmente eziandio quando Dieffenbach impiegò sangue battuto, passato attraverso un pannolino, ed anche ritirato da due ore dalla vena, per rianimare animali cui aveva resi asfitici mediante una emorragia esaurente.

Una sostanza cotanto variabile come il sangue, non può acquistare una esistenza permanente e rimanere simile a sè stessa, se non a condizione del continuo rinnovamento dei suoi materiali. Ora la nutrizione e la secrezione fanno uscir dal sangue parti solide diverse e liquidi particolari ; abbandona esso adunque porzione di sua sostanza, e, per conseguenza, si decompone. Ma non puossi supporre che tale effetto non avvenga che da un solo lato, che il sangue si contenti di dare, senza ricevere altresì, e che esso agisca soltanto all'esterno di sè, senza essere sè stesso impressionato. Lungi da ciò siamo costretti supporre, finchè la osservazione ne abbia dato la prova diretta, che tra il sangue ed il resto dell' organismo, accada un mutuo cambiamento di materiali, mediante cui entrambi sono mantenuti nella loro integrità. Siffatta ipotesi non entrerebbe in contraddizione colla esperienza, se non in quanto la si spingerebbe all' estremo, pretendendo che il sangue sia ad ogni istante distrutto e creato di nuovo in tutta la sua massa (§. 700, 3.°). Colla continuità di sua decomposizione e di sua riproduzione il sangue non si mantiene altramenti dell' intiero corpo animale; ad ogni istante esso abbandona una parte dei suoi materiali integranti, e riceve in cambio alcune sostanze straniere, cui incorpora nella propria massa.

(1) *Ivi*, *p.* 104-115.

ARTICOLO II.

Influenza dell' organismo sopra le qualità del sangue.

I. EFFETTI ABITUALI DELL'ORGANISMO SUL SANGUE

A. *Influenza sopra la liquidità del sangue.*

§. 750. L' effetto più evidente della influenza che la vita esercita sul sangue, consiste nel mantenimento del suo stato liquido. La coagulazione è una decomposizione avente per risultato che la fibrina si separi dal siero (§. 689, 11.°), strascinando con sè il cruore, di maniera che il sangue perde la sua costituzione primordiale, quella senza cui non può mantenere la vita, e diventa una massa morta, soggetta alla decomposizione chimica. Non puossi adunque scorgere in essa, come fecero Hunter, Magendie (1) ed alcuni altri fisiologhi, un fenomeno vitale analogo alla nutrizione od alla riunione delle ferite, e manifestantesi mediante l' attrazione reciproca delle parti separate, sibbene piuttosto, come già lo diceva Harvey, una morte del sangue, che accade quando questo liquido esce dal cerchio della vita generale. Tutto nella vita mantiene il suo carattere proprio ; dunque il sangue pure rimane liquido nell' organismo, per antagonismo coi tessuti solidi, e diventa così atto ad entrare in conflitto vivente con questi ultimi. Tuttavia siffatta vista non basta già, e noi proveremo il bisogno di approfondarla maggiormente, cercando di conoscere i mezzi coi quali il sangue conserva la sua liquidità. Ora vedemmo (§ 670, 2.° 3.°) che la coagulazione non si attiene nè alla costituzione chimica, nè alla temperatura dell'aria atmosferica ; il sangue adunque rimane liquido, non pel fatto del suo rinchiudimento, nè per la influenza del calore animale.

1.° Il sangue si coagula nel corpo vivente anche quando esso cessa di camminare, sia che, come in seguito a contusioni od operazioni chirurgiche, esso spargasi nel tessuto cellulare od entro cavità, come, verbigrazia, quella della matrice, sia che una legatura arresti il suo corso nelle arterie, come l' aveva già veduto Lancisi (2), o nelle vene, come osservò Hewson (3), sia per ultimo che il suo movimento sia stato soltanto rallentato. Per tal guisa formansi, nelle arterie divenute aneurismatiche, alcuni

(1) *Saggio elementare, t. II, p.* 207.
(2) *Haller, Elem. physiolog., t. II, p.* 20.
(3) *Experimental inquiries, t. I, p.* 20.

strati di sangue coagulato, di cui i primi prodotti, che occupano l'esterno, sono i più consistenti, e nell' interno dei quali vengono ad applicarsene di nuovi incessantemente. La concrezione può eziandio finire coll'ostruire affatto l' arteria, e prevenire così le conseguenze mortali della malattia, come farebbe un'operazione chirurgica, e Meckel (1) ne cita alcuni esempii. Trovò eziandio Lauer (2) certi grumi solidi di sangue nelle vene varicose. Ma questa sorta di concrezioni si osservano egualmente nei vasi senza che siavi verun ostacolo alla circolazione; Laennec (3) fra gli altri, ne riscontrò entro vene ed arterie cui esse ostruivano, e vi formavano certe masse bianche e sode all' esterno, giallastre e molli nell' interno. Qui ripongonsi le specie di turaccioli, che dopo la sezione di un' arteria, si estendono dalla ferita fin al ramo più vicino. Concrezioni analoghe, indicate allora col nome di polipi, produconsi di frequente nel cuore, allorquando l' agonia è lunga; quest' organo si affievolisce poco a poco, sicchè il sangue non comporta più altro che un lento movimento od una specie di fluttuazione nel suo interno. Possono esse svilupparsi altresì durante la vita, ed allora acquistano maggior densità, diventano più fibrose, rinchiudono talvolta certa quantità di sangue non alterato, si uniscono col cuore e ne deprimono le colonne carnose, caso in cui, giusa Laennec, i battiti del cuore diventano talmente anormali, oscuri e confusi, da non poterlisi analizzare (4). Siffatte concrezioni polipiformi scorgonsi principalmente nel cuor destro, perchè sopra di esso la difficoltà della circolazione nei vasi capillari dei polmoni reagisce in modo immediato (*). Quindi il sangue non si coagula se non quando incontri ostacoli nel proprio corso e comporti un rallentamento. Ma, siccome il movimento in sè stesso non impedisce la coagulazione (§. 670, 4.°), così deve essere il movimento vivente, quello prodotto dall' azione del cuore e dalla reazione degli altri organi, che mantiene il sangue liquido.

2.° Succede però spesso al sangue di conservare la sua liquidità, anche senza movimento, purchè esso sia a contatto con parti viventi.

Così, ad esempio, quello che succhiò una sanguisuga, rimane liquido per molte settimane, secondo Hunter, e quando uccidesi allora l' animale,

(1) *Handbuch der pathologischen Anatomie, t. II, p.* 251.

(2) *Hecker, Literarische Annalen der gesammten Heilkunde, t. XVIII, p.* 301.

(3) *Trattato dell' ascoltazione mediata, t. III, p.* 291, 292.

(4) *Loc. cit., p.* 299.

(*) *Intorno alla storia di siffatte concrezioni leggi Bouillaud, Trattato clinico delle malattie del cuore, t. II, p.* 607.

esso congulasi tuttavia per asserzione di Scudamore (1), mentre che, secondo Thackrah (2) questo fenomeno non accade se non in quanto la sanguisuga perisce durante il corso stesso del succhiamento.

Il sangue stagna di frequente in certi vasi senza coagularsi, può eziandio, senza perdere la sua liquidità, non eseguire per gran tempo altro che un lieve movimento appena sensibile, tanto in una parte del corpo, verbigrazia, negli uomini colti da priapismo, quanto nell' intiero sistema vascolare, come durante l' asfissia e negli animali intorpiditi dal sonno invernale.

Per ultimo, fin il sangue sparso resiste alla coagulazione nel corpo vivente. Presso un malato nella cui tonaca vaginale la puntura di un idrocele aveva determinato uno spandimento di sangue, Hunter trovò, due mesi dopo, questo liquido alquanto inspissato, ma per anco fluido, e non tardò a coagularsi subito che fu condotto all' esterno. Esperimentando sopra cani, fuori del corpo dei quali bastavano sette minuti per produrre la coagulazione compiuta del sangue, Hewson (3) riscontrò che nella vena giugolare abbracciata da una legatura, esso non aveva cambiato aspetto in capo a dieci minuti, ed era per anco liquido in gran parte dopo dieci ore. Analoghe osservazioni furono praticate da Scudamore (4) e Thackrah (5). Nei casi narrati precedentemente (1.°) la coagulazione riferivasi non già alla mancanza di movimento, sibbene a quello di simultanea influenza vivente.

Il sangue serba altresì più alla lunga la sua fluidezza quando lo si lasci nell' interno del corpo morto di quando lo si ritira. Aveva già Autenrieth osservato tale fenomeno, ed aggiunge eziandio che il quaglio non diviene tanto sodo nel cadavere, e che una parte del cruore vi si mescola col siero (6). Trovò Thackrah (7) il sangue ancora liquido nel cruore di un bue morto da mezz'ora, e lo vide coagularsi dopo due minuti di esposizione all' aria. I vasi anche separati dal corpo esercitano tuttavia una influenza vivente, cui Hewson (8) ebbe pel primo a riscontrare; il sangue contenuto nella vena giugulare legata e separata dal corpo di un animale cui aveva testè posto a morte, era ancora liquido in capo a mezz' ora od

(1) *Versuch ueber das Blut*, p. 107.
(2) *Inquiry in to the nature and properties of the blood*, p. 66.
(3) *Experimental inquiries*, t. I, p. 18.
(4) *Loc. cit.*, p. 45.
(5) *Loc. cit.*, p. 61.
(6) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1794, t. III, p. 338.
(7) *Loc. cit.*, p. 58.
(8) *Experimental inquiries*, t. I, p. 72.

a tre quarti di ora, e si coagulava dacchè lo si esponeva all' aria. Riconobbe Thackrah (1) in molte esperienze, che il sangue contenuto in una vena tolta ad un animale vivente, rimaneva liquido almeno per mezz'ora, mentre che il sangue d' animali o d' uomini viventi, introdotto nella vena di un animale ucciso da tre o quattro giorni, era compiutamente coagulato in capo ad un quarto di ora; vide egli (2) il sangue liquido ancora mezz' ora dopo la operazione in una vena tolta da un cane vivente, mentre bastava un quarto di ora per coagulare quello di altro cane vivente cui aveva introdotto nella vena cava estratto dal cadavere quindici ore dopo la morte. Se tutte queste osservazioni dimostrano che il sangue è mantenuto liquido dalla vitalità delle parti che lo circondano, fanno comprendere eziandio perchè, come osservarono fra gli altri Hunter e Thomson (3) i vasi di un membro colto dallo sfacelo siano pieni di sangue coagulato; la ipotesi di alcuni patologhi, i quali pretendono essere allora la cangrena la conseguenza della coagulazione, ha quindi per lo meno il difetto di non applicarsi a tutti i casi.

3.° Si disse che il sangue è mantenuto liquido dai nervi; ma tale spiegazione sembra avvolgere il quesito di certa oscurità mistica, giacchè non comprendiamo come i nervi producano tale risultato. Trovò Schroeder alcuni grumi nei vasi dopo la distruzione del cervello e della midolla spinale (4). Quando Fontana aveva ferito e punto i nervi, incontrava nel cuore sangue nero e quagliato. Vide Mayer manifestarsi alcune coagulazioni dopo la sezione del nervo pneumo-gastrico. Wedemeyer (5) ammette altresì che, nella cangrena ed in certi avvelenamenti, la coagulazione del sangue sia prodotta dalla sola paralisi dei nervi. Però, da queste osservazioni segue unicamente che la vitalità cui mantiene lo stato liquido del sangue può essere distrutta dalla lesione del sistema nervoso, e non che quest' ultimo sia la causa immediata della fluidezza di tal liquido. La circolazione continua ancora per qualche tempo dopo la distruzione del cervello e della midolla spinale, e puossi egualmente mantenerla, mediante una respirazione arteficiale, dopo aver reso stupida e paralitica la vita sensitiva mediante un colpo dato sulla testa. La circolazione è lentissima, e, secondo tutte le apparenze, frequentemente interrotta, nelle larghe vene del diploe, che hanno tra esse anastomosi assai moltiplicate,

(1) *Loc. cit.*, *p.* 76.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 77.
(3) *Trattato medico chirurgico della infiammazione. Parigi* 1827, *in* 8.°, *p.* 577.
(4) *Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam*, *p.* 86-89.
(5) *Untersuchungen*, *p.* 244, 343.

e sebbene non sianvi qui nervi sulle pareti, nulla meno non accade la coagulazione del sangue. Il cordone ombilicale, colla placenta fetale, è pur lungo, se non più, quanto il corpo dell'embrione, eppur non contiene nervi; il sangue vi conserva tuttavia la sua fluidezza, e le esperienze, di Thackrah (1) dimostrarono che i vasi di questo cordone sono proprii quanto ogni altro vaso vivente a mantenere la fluidezza del sangue che contiene. Dobbiamo quindi presumere che, nelle parti le quali possedono nervi, questi non contribuiscono a mantenere lo stato liquido del sangue se non in ragione della influenza che esercitano sopra l'attività vitale degli organi.

4.° Nelle esperienze precedentemente citate (§. 749), in cui fu injettato nei vasi di animale vivente del sangue che stava per coagularsi bisognò che la fibrina, la quale cominciava a divenire coerente, ripassasse poco a poco allo stato liquido. Immergendo Home un' ago arrossato al fuoco entro un aneurisma, determinò la coagulazione istantanea del sangue contenuto nel tumore (2), sicchè questo divenne duro e cessò di battere; ma, dopo qualche giorno, l' aneurisma era nello stesso stato di prima; il sangue coagulato aveva dunque dovuto liquefarsi di nuovo. La sierosità del sangue non può effettuare tale liquefazione in maniera chimica, giacchè, da un lato, vediamo il quaglio conservarvi la sua solidità, e dall' altro lato, un quaglio imprigionato in un punto del corpo vivente, al quale non perviene veruna corrente di sangue, ripassa allo stato liquido, locchè suppone l' afflusso di un liquido proveniente dai dintorni. Il grumo rinchiuso in un' arteria sulla quale fu applicata una legatura, o stravasato nel tessuto cellulare, sparisce in capo a qualche giorno, venendo liquefatto ed assorbito. Le concrezioni che trovansi negli aneurismi e molte di quelle che osservansi nel cuore hanno i loro strati esterni, quelli che avvicinano le pareti, più sodi più secchi e più pallidi degli interni, bisogna dunque che le parti circonvicine abbiano assorbito della umidità e del cruore. Ma talvolta eziandio formasi, attorno del quaglio, una cisti, la quale separa un liquido sieroso, o che si organizza, in questo ultimo caso esso acquista correnti sanguigne e vasi i quali pongonsi in rapporto con quelli della parete, esso separa, nutresi e vive alla maniera di ogni altra parte organica (3). Non è possibile non conoscere un rinnovamento di materiali in tutti questi fenomeni, nè puossi dubitare che ne avvenga uno eziandio durante la vita, che in conseguenza il sangue

(1) *Loc. cit.*, *p.* 66.

(2) *Lectures on comparative anatomy*, *t. V*, *p.* 105.

(3) *Meckel. Handbuch der pathologischen Anatomie*, *t. II*, *p.* 103. — *Andral. Compendio d' anat. patologica*, *t. I*, *p.* 532.

abbandoni del continuo una porzione de' suoi principii costituenti in particolare di sua fibrina, alle parti circonvicine, le quali gli rendono in cambio altre sostanze, e che ciò lo mantenga nel suo stato normale di liquidità. Per dir vero, siffatto rinnovamento di materiali non può essere osservato in modo immediato, e non cade mica sotto i sensi; ma la stessa cosa avviene per la nutrizione delle parti solide del corpo, di cui concludesi soltanto dal mantenimento delle proporzioni relative al volume, e di cui tuttavia non si è men certi.

5.° I globetti del sangue si mantengono incontrastabilmente nella stessa maniera, sebbene non possiamo veder nulla, e che anzi ci sia fattevole seguirli nella loro progressione, senza riscontrare in essi verun cambiamento. Si ammise che il sangue rimane liquido, perchè la fibrina è imprigionata nei globetti ed isolata dal loro involucro, consistente esso stesso in cruore; ma i fatti che furono superiormente esposti (§. 689) rovesciano questa ipotesi. Non possiamo neppur accordare ai globetti una forza conservatrice propria ed indipendente, dappoichè, prescindendo dalla loro forma limitata, essi non mostrano veruna traccia d'individualità; tutto annuncia d'altronde che, quando essi prendono o riprendono la loro configurazione (§. 688, 2.°, 689, 5.°), si comportano in modo puramente passivo, ed ubbidiscono unicamente alla impulsione delle forze motrici che operano sopra di essi. La loro fusione è affatto diversa dalla coagulazione, giacchè essa cessa istantaneamente al ritorno del movimento, mentre è necessario un lavoro plastico di molti giorni per far ripassare la fibrina allo stato liquido quando essa fu coagulata. Tali cambiamenti dipendono soltanto dalle forze motrici; ora vedemmo che i globetti del sangue hanno certa affinità adesiva gli uni per gli altri (§. 739, 1.°); ma essi fanno prova di un' affinità ancora più potente per le masse delle parti solide (§. 758); dobbiamo quindi ammettere che l' attrazione delle pareti vascolari e, durante la circolazione, quella degli organi situati allo esterno di queste parti, agiscono sui globetti del sangue individualmente e li mantengano isolati gli uni dagli altri, che, all'opposto, nel sangue, divenuto stagnante, ove questa forza attrattiva cessò di agire, i globetti possono manifestare la loro attrazione mutua e per ciò stesso confondersi gli uni cogli altri.

Meyen dice aver veduto che, nei casi di sospendimento della circolazione, i globetti del sangue si dissolvevano nella sierosità, la rendevano torbida, e se ne separavano di nuovo, quando la circolazione tornava a principiare (1). Ma siffatta osservazione posa certamente sopra qualche

(1) *Isis*, 1828, *p.* 402.

errore, giacchè niuno vide mai cosa simile, e si sa che i globetti freschi sono insolubili nella sierosità del sangue.

B. *Influenza sul carattere generale del sangue.*

§. 751. Nelle vene polmonari e nel sistema aortico, il sangue ha un colore rosso vermiglio, il quale si avvicina allo scarlatto; nel sistema delle vene cave e nell' arteria polmonare, esso è di color rosso carico, analogo a quello della ciliegia, la qual cosa fa sì che, per opposizione al precedente, dicesi esser desso nero. Dicemmo già che il sangue vermiglio riceve pure l' epiteto di arterioso, ed il sangue nero quello di venoso (§. 743). È già per sè stesso verisimile che le due correnti non differiscano soltanto riguardo al colore, e che le altre loro proprietà pure non siano più le stesse; ma tale differenza è delicatissima, e la grande variabilità del sangue la rende estremamente difficile a conoscersi, sicchè le nostre cognizioni attuali a suo riguardo potranno sembrare tanto poco inoltrate quanto lo erano al tempo di Haller (1).

I. FENOMENI DELLA VENOSITÀ.

1.° Il sangue venoso è più denso del sangue arterioso, ed ha una gravità specifica più considerabile. La proporzione è di 1414 : 1404, secondo Hammerschmidt (2); di 1054 : 1050, termine medio giusta le ricerche di G. Davy sopra pecore, buoi, vitelli e cani; di 1056 : 1053, nell' uomo, per opinione di Scudamore (3). Però molti scrittori dicono il sangue venoso più leggero; la sua gravità specifica starebbe a quella del sangue arterioso come 1000 : 1428, secondo Boissier, 1000 : 1019-1036 secondo Hamberger, e 1031 : 1049 secondo Magendie.

Dice G. Davy che la proporzione tra la gravità specifica del siero del sangue venoso e quella del siero del sangue arterioso, sia di 1026-1025, termine medio (4).

2.° Il sangue venoso è men caldo, di tre in quattro gradi del termometro di Fahrenheit, giusta Schwenke (5), di uno in due per avviso di

(1) *Element. physiolog., t. II, p.* 10.
(2) *Ivi, p.* 9.
(3) *Versuch ueber das Blut, p.* 32.
(4) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 129.
(5) *Haller, loc. cit., t. II, p.* 8.

G. Davy (1), il quale immerse lo strumento nella carotide e nella vena giugulare di diversi animali, di un grado e mezzo a tre, nell' uomo, secondo Krimer (2), e di un grado soltanto attenendoci a Scudamore (3). Si pensò che questa differenza provenisse dal permettere maggiormente la situazione più superficiale delle vene e la grossezza men considerabile delle loro pareti, all'aria esterna di freddare il sangue venoso; ma G. Davy comprovò che essa accadeva egualmente fra il contenuto del cuor destro e quello del cuor sinistro. Jurine non ammetteva veruna differenza tra i due sangui; Coleman, Cooper e Martini pretendevano, che quando avvene una, il sangue venoso risulti alquanto più caldo,

Riguardo alla capacità pel calorico, G. Davy la dice eziandio alquanto minore nel sangue venoso. Tuttavia la differenza riducesi quasi a nulla, od anche riesce affatto incalcolabile.

3.° Sotto l'aspetto elettrico, Bellingeri asserisce che il sangue venoso risulta sempre animato dalla stessa elettricità del sangue arterioso negli uccelli e nei cavalli, che lo è talvolta nelle pecore e nei vitelli, che talvolta lo è allo stato negativo, essendo l' altro sangue positivo, ma che giammai accade il rovescio. Laonde, egli pensa che lo stato negativo del sangue venoso e positivo del sangue arterioso costituisca la regola, cui solo non puossi sempre comprovare (4).

4.° Il sangue venoso si putrefa più prestamente del sangue arterioso, secondo Thackrah (5); più tardi, all'opposto, giusta il parere di Krimer (6) e Koenig (7).

5.° Ha minor tendenza a decomporsi, e si coagula più lentamente; il suo quaglio abbandona più tardi del siero, e rimane molle più alla lunga, osservazione già fatta da Autenrieth (8). La differenza fu da uno a quattro minuti negli agnelli secondo G. Davy (9), di mezzo minuto nei vitelli e nelle capre attenendosi a Berthold (10), di un minuto e mezzo nei

(1) *Loc. cit.*, *p.* 109.
(2) *Physiologie des Blutes*, *p.* 242.
(3) *Versuch ueber das Blut*, *p.* 32, 41.
(4) *Experimenta in electricitatem sanguinis*, *p.* 15-18.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 6.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 208.
(7) *Experimenta circa sanguinis inflammatorii et sani qualitatem diversam*, *p.* 8.
(8) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1794, *t. III*, *p.* 339.
(9) *Loc. cit.*, *p.* 122.
(10) *Beitraege zur Anatomie*, *p.* 248.

montoni e nei cani, e di due minuti nell'uomo, giusta Blundell (1). Il solo Thackrah (2) dice aver riscontrato un rapporto inverso.

6.° Per asserzione di Mayer (3), Blainville (4), Denis (5) ed altri, il sangue venoso dà men quaglio o più siero del sangue arterioso. La proporzione del quaglio al siero fu, in un gatto, di 1163 : 8837 pel sangue venoso, e di 1184 : 8816 pel sangue arterioso; in una pecora, di 861 : 9131 pel primo, e di 935 : 9065 pel secondo; in un cane, secondo Denis, di 970 : 9300 pel primo, e di 995 : 9005 pel secondo. Krimer solo (6) emette un' opinione contraria, la quale fu già altre volte quella di Hamberger.

7.° Il sangue venoso contiene men fibrina. Il rapporto tra esso ed il sangue arterioso, sotto tale aspetto, fu, nei cavalli, secondo Mayer (7), di 78 : 134, o di 80 : 125, o di 33 : 43; in una pecora, per asserzione di Prevost e Dumas, di 861 : 935; in un cane, secondo Denis, di 24 : 25; giusta Berthold (8), nelle capre, di 366 : 429; nei gatti, di 474 : 521; nei montoni, di 475 : 566, e nei cani, di 500 : 666. D'altronde, Emmert (9) pretende che la fibrina venosa sia più molle. Assicura Mayer (10) che essa è molto più attenuata, come triturata, ed intimamente unita al cuore, mentre che l' arteriosa sta unita in più grossi fascicoli, e separabile in totalità dal cruore. Berthold (11) dice che, nel sangue venoso, il cruore si separa più facilmente, ma meno compiutamente della fibrina.

Aveva preteso Sigwart che il sangue venoso contenesse più fibrina, perciò che esso la riceveva dai muscoli, nei quali, per suo avviso, siffatta sostanza producevasi. Infatti, in un cane, Lassaigne trovò 2,10 parti di fibrina in mille di sangue venoso, mentre la stessa quantità di sangue arterioso non gli dava che 2,09 di tale sostanza (12).

8.° Secondo Prevost e Dumas, Wedemeyer (13), Denis (14) e

(1) *Researches, p.* 130.
(2) *Loc. cit., p.* 42.
(3) *Meckel, Deutsches Archiv, t. III, p.* 537.
(4) *Corso di fisiologia generale, t. I, p.* 219, 251.
(5) *Ricerche sperimentali sul sangue umano, p.* 253.
(6) *Loc. cit., p.* 248.
(7) *Loc. cit., p.* 534.
(8) *Beitraege zur Anatomie, p.* 251.
(9) *Reil, Archiv fuer die Physiologie, t. XI, p.* 124
(10) *Loc. cit., p.* 538.
(11) *Loc. cit., p.* 248.
(12) *Giornale di chimica medica, t. I, p.* 34.
(13) *Untersuchungen, p.* 246.
(14) *Loc. cit., p.* 266.

Pallas (1), sonvi men globetti o cruore nel sangue venoso che nel sangue arterioso. Mayer (2) sostiene il contrario.

9.° Per opinione di Denis (3) e Blainville (4), il sangue venoso contiene più albumina (5,86 : 5,70) e maggior proporzione di osmazomo, con dei sali (1,20 : 1,10). Però fu sostenuto eziandio il contrario, e si trovò la proporzione tra il sangue venoso ed il sangue arterioso, avuto riguardo all' albumina ed ai sali, di 879 : 909 in un gatto, 745 : 878 in un altro, e 775 : 772 in una pecora. Lassaigne riscontrò, nel siero disseccato del sangue venoso di un cane, più sali (12,5 : 11,5) e meno albumina (87,5 : 88,5).

10.° Il sangue venoso è più ricco in acqua e più povero in parti solide, secondo Autenrieth (5), Denis (6) e Pallas. Dice quest'ultimo che la proporzione delle parti solide all' acqua era, in un uomo, nel sangue venoso, di 2,550 : 17, 400, nel sangue estratto mediante ventose scarificate, di 3,000 a 17,400, e nel sangue succhiato dalle sanguisughe, di 3,000 : 17,350 ; in un altro uomo, la proporzione era, nel sangue venoso, di 2,550 : 18,800, e nel sangue arterioso dei vasi capillari, di 2,650 : 18,500. Giusta un terzo osservatore, la proporzione era, in una pecora, nel sangue venoso, di 16,36 : 83,04, e nel sangue arterioso, di 17,07 : 82,93 ; in un gatto, nel sangue venoso, di 17,41 : 82,59, e nel sangue arterioso, di 17,65 : 82,35 ; in un altro, nel sangue venoso, di 19,08 : 80,92 , e nel sangue arterioso, di 19,62 : 79,38 ; la proporzione era pure, nel siero del sangue venoso, di 9,60 : 90,40, ed in quello del sangue arterioso, di 10,00 : 90,00.

D' altra parte, Abilgaard ottenne, in residuo secco, dal sangue venoso 26 parti, e dal sangue arterioso 25, vale dire 23/100 del primo e 18/100 del secondo. Lassaigne trovò 84,3 centesimi di acqua nel siero del sangue venoso, ed 89,8 in in quello del sangue arterioso. Finalmente G. Davy è pur tentato di ammettere una minore proporzione di acqua nel sangue venoso. Secondo Chevreul, la fibrina di questo sangue contiene men acqua, e la ritiene con maggior forza, o la lascia scappare meno facilmente ; infatti, 100 parti di tale sostanza si riducono a 25,70 mediante la disseccazione all'aria libera, ed a 21,05 sotto il recipiente della macchina

(1) *Giornale di chimica medica*, *t. IV*, *p.* 465.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 334.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 353.
(4) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 251.
(5) *Handbuch der Physiologie*, *t. I*, *p.* 316.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 285.

pneumatica, mentre che 100 parti di fibrina del sangue arterioso si riducono, nel primo caso, a 21,10, e nel secondo a 19,55.

11.° La proporzione degli elementi è stabilita nel seguente modo da Michaelis:

	Carbonio	Azoto.	Idrogeno.	Ossigeno.
Albumina venosa	52,652	15,505	7,359	24,484.
—— arteriosa	53,009	15,562	6,993	24,436.
Cruore venoso	53,231	17,392	7,711	21,666.
—— arterioso	51,382	17,253	8,354	23,011.
Fibrina venosa	50,440	17,267	8,228	24,065.
—— arteriosa	51,374	17,587	7,254	23,785.

Secondo l'esposto, il sangue venoso, considerato in generale, contiene più carbonio ed idrogeno, ma meno azoto ed ossigeno. Il predominio del carbonio nella sua composizione era stato comprovato da molti esperimentatori, fra gli altri da Luzuriaga ed E. Davy, ma rivocato in dubbio da Brande (2). Abilgaard pretendeva pure fossevi men carbonio nel sangue venoso che nel sangue arterioso. La maggior parte dei chimici ammettono altresì che esso sia men ricco di ossigeno; tale è l'opinione specialmente di E. Davy. Sembra poi indicare che esso contenga men azoto, la osservazione fatta da Krimer (3), che dà minor quantità di ammoniaca del sangue arterioso.

2. Essenza della venosità.

§. 752. I. La realità di una differenza tra il sangue arterioso ed il sangue venoso

1.° Fu negata da Harvey e dai primi difensori della circolazione, perchè essi trovavano la metamorfosi del liquido inconciliabile colla rapidità del movimento che lo strascina dalla estremità delle arterie nel principio delle vene. In conseguenza, essi attribuivano la diversità del colore ad un cambiamento di densità, proveniente esso stesso da circostanze meccaniche. Nel decimottavo secolo, molti fisiologi, Carminati per esempio, ridussero tutta la differenza tra i due sangui, ad una diversa gradazione di colore, e negarono che essa si estendesse al grado di calore, alla gravità

(1) *Schweigger, Journal fuer Chemie*, 1828, *t. III*, *p.* 94.
(2) *Home, Lectures on comparative anatomy*, *t. III*, *p.* 8.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 250.

specifica ed alla coagulabilità (1). Devesi poi riporre tra le singolarità del nostro secolo l' essere stata questa opinione di recente sostenuta da G. Davy, il quale non ammette, tra il sangue venoso ed il sangue arterioso, che una semplice differenza di colore, ed eziandio puramente accidentale. Per suo avviso il sangue fluisce dalle arterie con maggior rapidità, e comparisce più vermiglio perchè il suo cruore è più diviso, atteso che non solo evvi seco il chilo, ma inoltre vi si mescola aria intanto che si sparge; il sangue venoso, all' opposto, fluendo con più lentezza, può il cruore precipitarvisi per effetto di sua gravità specifica, sicchè la condensazione delle particelle coloranti rende il suo colore più carico, effetto al quale contribuisce inoltre la stasi del sangue nella vena, determinata dalla legatura cui applicasi innanzi di praticare il salasso (2).

2.° Altri, all' opposto, giudicarono la differenza tra il sangue venoso ed il sangue arterioso cotanto considerabile, che fece loro negare la identità delle due correnti ed il passaggio diretto del sangue dal sistema aortico in quello delle vene cave. Ammettendo siffatto passaggio delle arterie nelle vene polmonari, e quindi la conversione del sangue venoso in sangue arterioso, essi mostraronsi men conseguenti di coloro che negavano assolutamente qualunque differenza, e che non credevano più alla metamorfosi nel polmone che a quella nel resto del corpo.

3.° Il giusto mezzo fra queste opinioni estreme è per certo men ributtante, e contiene sì evidentemente la verità, che non esitiamo a parteggiare per esso. Ammettiamo quindi ad un tempo e la differenza e la identità delle due correnti, od, in altri termini, la metamorfosi del sangue. È certo che ovunque le arterie continuano colle vene (§. 701); ora non lo è meno che, durante la sua rivoluzione, il sangue comporta alcuni mutamenti, la cui possibilità emerge già dai fenomeni che osservansi esaminando il sangue scorrente dei vasi (§. 707), o tratto col salasso (§§. 666-669); giacchè questi fenomeni attestano quanto esso sia soggetto a variare.

II. Domanderemo prima da cosa viene determinata la metamorfosi del sangue arterioso, o la sua conversione in sangue venoso.

4.° Quando la chimica pneumatica ebbe ad insegnare che passando dal carattere venoso al carattere arterioso, il sangue assorbe dell'ossigeno nell' atmosfera, si credette che esso divenisse venoso pel continuarsi della operazione chimica, senza verun'altra circostanza qualunque. Pensava Lagrange che l'ossigeno, debolmente unito al sangue nei polmoni, contrae poco

(1) *Giornale per servire alla storia della medicina, t. I, p.* 266.
(2) *Archivii generali, t. XXVI, p.* 394.

a poco una combinazione più intima con esso durante la circolazione, ed in particolare s' impossessa del suo carbonio e del suo idrogeno. Fondavasi egli sul prendersi da sè stesso, il sangue arterioso rinchiuso in tubi di vetro ermeticamente chiusi, certo colore più carico in capo di qualche tempo, e sul riprendersi egualmente poco a poco il proprio color nero il sangue venoso che si tratta in pari modo, dopo averlo reso vermiglio mediante il contatto del gas ossigeno. Puossi però obbiettare contro questi argomenti che il sangue arterioso non annerisce fuori del corpo vivente se non in quanto la putrefazione incomincia ad impossessarsi di esso; che fin allora il quaglio a cui diede origine rimane vermiglio, non solo alla superficie in contatto coll'aria, ma eziandio nella sua massa intiera; che, finalmente, lo stesso colore rutilante comunicato dall' aria al sangue venoso dura molto alla lunga, giacchè persiste per alcuni giorni sulla faccia del quaglio rivolta dapprima all' insù, poi all' ingiù. Quanto alla conclusione tratta da Lagrange, la confuta compiutamente il non divenire venoso il sangue se non in quanto attraversi i vasi capillari. Praticando le vivisezioni, i ramoscelli più delicati del sistema aortico danno sangue vermiglio, mentre che quelli del sistema della vena cava ne somministrano di nero, ed ovunque dove la trasparenza dei vasi lo permette, scorgesi la differenza di colore nel sangue che conducono. Kaltenbrunner dice aver osservato che i globetti, giunti nei capillari maggiormente delicati, ove acquistarono color più carico, si gonfiano ad un tempo alquanto, diventano men nettamente circoscritti, soffrono una lieve deperdizione di sostanza sui margini, e non si accollano più insieme (1). Krimer aveva gia affermato che i globetti sono più grossi nel sangue venoso (2). Finalmente, Pallas trovò che il sangue, il quale usciva dai vasi capillari mediante ventose o sanguisughe, si comportava tuttavia come sangue arterioso, e differiva dal sangue venoso (3) incontrastabilmente pel motivo che in simili circostanze esso usciva da questi vasi prima di avervi soggiornato tanto tempo da poter comportare la sua metamorfosi.

5.° Se il sangue trova, nei vasi capillari, ed il suo scopo, ed il punto tropicale di sua rivoluzione, perchè vi si pone in conflitto con ciò che è collocato all' esterno dei vasi (§. 746, 5.°), se, inoltre, esso entra in rapporto coll' atmosfera nei vasi capillari dei polmoni, e con ciò non fa che passare dalla forma venosa alla forma arteriosa, non avvi dubbio che

(1) *Froriep, Notizen, t. XVI, p.* 308.
(2) *Loc. cit., p.* 228.
(3) *Giornale di chimica medica, t. IV, p.* 465.

la metamorfosi del sangue arterioso in sangue venoso non sia operata dal conflitto colla sostanza organica nella quale si spargono le ultime ramificazioni del sistema aortico. Ne rinveniamo la prova nella esperienza, dappoichè il sangue arterioso che rimanga per alcun tempo a contatto colla sostanza organica, assume il carattere venoso. Allorquando Hunter immergeva un corpo acuto nell'arteria crurale di un cane, otturava la ferita, e la riapriva in capo a qualche tempo, rinveniva che il sangue sparso nel tessuto cellulare aveva preso un colorito nero; allorquando egli aveva applicato due legature sopra la carotide di un cane, il sangue vi diveniva nero in capo ad alcune ore. Se in una operazione chirurgica, il torcolare era rimasto applicato per certo tratto di tempo sopra grossa arteria, il sangue che fluisce dopo che si cessa di comprimere è talvolta venoso. Pari cosa accade eziandio a quello che stagna nei tumori aneurismatici. Il sangue che soggiorna nei bronchi o nel retto, dopo essere sfuggito dai vasi polmonari o da emorroidi interne, risulta maggiormente carico di quello che giunge all'esterno immediatamente dopo il suo stravasarsi. Fa osservare Lauer, che nelle malattie in cui evvi grande rilassamento degli organi, in particolare del fegato e della milza, la circolazione si effettua in modo lento, ma che nello stesso tempo il sangue è più nero e più liquido (1). Oesterreicher (2) e Wedemeyer (3) videro altresì i globetti del sangue prendere il color giallo più carico, allorquando erano divenuti stazionarii per effetto di certa irritazione meccanica o galvanica. Il sangue venoso dei grandi animali sembra essere più nero e più differente dell'arterioso di quello dei piccoli animali, locchè potrebbe procedere, da un lato, dall' essere meno frequenti i battiti del cuore, dall'altro, dal riescire la carriera più lunga, sicchè il sangue rimane più alla lunga in contatto colla sostanza organica.

6.° Denota poi che la sostanza organica determina la metamorfosi del sangue colla impressione vivente che quella produce sopra di esso, il fatto che questa metamorfosi soffre ogni volta che accadono mutamenti considerabili nell' attività vitale (§. 756); lo denota pure l'altro fatto che, in onta della cura cui pigliasi di mantenere la circolazione in un animale posto a morte, continuando la respirazione con mezzi arteficiali, il sangue arterioso diviene tuttavia egualmente venoso, circostanza sulla quale Legallois ha pel primo richiamata l' attenzione dei fisiologhi.

(1) *Hecker, Litsrarische Annalem der Heilkunde, t. XVIII, p.* 272.
(2) *Darstellung der Lehre vom Kreislaufe, p.* 129.
(3) *Untersuchungen, p.* 243.

Ma l' attività vitale non può operare direttamente e per sè stessa un cambiamento materiale; non lo può che facendo nascere certe relazioni materiali.

III. In cosa consiste questa metamorfosi?

Essa non può essere di natura meccanica e dipendere dalla condensazione del cruore, come dice G. Davy, essendo tale ipotesi confutata dalle circostanze di mezzo alle quali essa accade (4.°-6.°), dalle conseguenze che apporta per la vita (§. 743, II), non che dal colore che essa produce, dappoichè questo differisce non solo pel grado, ma eziandio per la specie; imperocchè per quanto si allungasse la tinta del sangue venoso o si concentrasse quella del sangue arterioso, giammai non si otterrebbe nè, nel primo caso, il colore del sangue arterioso, nè, nel secondo, quello del sangue venoso. L'analisi fece sospettare alcune differenze chimiche (§. 751, 11.°), e la formazione del sangue venoso deve dipendere da uno scambio di materiali tra il sangue arterioso e la sostanza organica posta al di fuori di esso. Ma questo scambio avviene in modo istantaneo, e costituisce soltanto una frazione infinitamente piccola della operazione chimica per la quale la vita si mantiene. Inoltre, siccome esso dipende dall' attività vitale, così deve comportare un cambiamento considerabile quando questa viene modificata. Siffatte due circostanze ne spiegano le contraddizioni che scorgonsi fra gli osservatori, rapporto alla qualità del sangue venoso (§. 751). Per ben comprendere la differenza, bisogna apportare una minuziosa esattezza nell' esame, e solo una lunga serie di osservazioni può metterci al grado di decidere se quella che si comprova è generale e normale, o se dessa si riferisce soltanto ad uno stato accidentale e passaggero della vita. Fin al presente Denis è quello che fece maggiori ricerche chimiche sul sangue, ed i suoi lavori confermano quanto si disse precedentemente; il sangue venoso gli presentò più acqua del sangue arterioso (1), ma talvolta eziandio meno (2); più albumina, ma una volta altresì tanto di siffatta sostanza (3); men cruore, ma talvolta pure eguale proporzione. Rimangono ancora molte cose a farsi pei chimici che hanno una idea giusta della vita; in quanto ai fatti di cui possiamo oggidì disporre, essi sembrano condurre ai seguenti risultati:

7.° Il conflitto colla sostanza organica scema la tensione interna, del sangue, e ne combina i materiali in modo più intimo; il liquido perde di sua espansione, diviene più pesante, meno odoroso e men caldo; scema la

(1) *Loc. cit.*, *p.* 285.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 265.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 266.

sua attitudine a decomporsi, non che la sua propensione a coagularsi ed a cadere in putrefazione. Il sangue venoso può essere paragonato ad una potenza chimica, la quale esaurì la sua azione e fu neutralizzata.

8.° Abbandonò esso alcuni de' suoi materiali alla sostanza organica, e la quantità de' suoi principii costituenti attuali è accresciuta. Il cruore, che appartiene esclusivamente al sangue, costituisce la parte che più scemò (da 0,10 a 0,25, secondo Denis), sicchè il numero dei globetti divenne visibilmente maggiore, ed avvene per conseguenza una parte la quale passò nella sostanza organica, allo stato di dissoluzione. Disparve men fibrina. Le sostanze che ovunque incontransi, l' acqua, i sali e l' albumina, aumentarono, e ciò, a quanto pare, non solo in maniera relativa, a motivo della perdita patita in cruore ed in fibrina, ma inoltre in maniera assoluta, coll' accessione dei materiali provenienti dai tessuti organici, i quali si ridussero in una dissoluzione salina di albumina.

9.° La qualità dei materiali immediati del sangue, e, secondo Michaelis, la proporzione dei loro elementi, mutarono in eguale misura. Il cruore non presenta più lo stesso colore, espressione totale di sua composizione elementare (§. 687, 3.°); perdette esso 0,01988 di ossigeno e d' idrogeno, ed acquistò invece una quantità equivalente di carbonio e di azoto. La fibrina cambiò soltanto coesione; perdette 0,01254 di carbonio e di azoto, che furono sostituiti da ossigeno ed idrogeno. Le qualità dell' albumina non comportarono mutamento valutabile; ma la perdita di carbonio e di azoto, e l' acquisto d' idrogeno e di ossigeno che essa fece ascendono a 0,00414. Quanto avvi di più considerabile, è l' aumento del carbonio (0,01849) e la diminuzione dell' ossigeno (0,01345) nel cruore. La fibrina perde più in azoto ed in carbonio dell' albumina, ma essa perde proporzionalmente molto più del primo (0,00320: 0,00057) che del secondo (0,00934: 0,00357).

I. EFFETTI NON ORDINARII DELL' ORGANISMO SUL SANGUE.

§. 753. Dopo aver passato in rivista gli effetti dell'organismo sul sangue che sono costanti ed accompagnano continuamente la vita (§§. 750-752), dobbiamo esaminare quelli prodotti da questo stesso organismo soltanto in certe particolari circostanze.

A. *Effetti prodotti da alcuni stati particolari della vita.*

Nella guisa stessa che non evvi disordine alquanto considerabile della sanità, il quale non apporti dietro sè una modificazione qualunque dei battiti del cuore, così pure il sangue cambia in molti stati morbosi la

causa dei quali si riferisce unicamente a dei rapporti dinamici, allo esaltamento od alla depressione delle funzioni, e ad un'azione di stimolo, che, per loro natura, non possono modificare la composizione organica. La patologia ne somministrerebbe adunque preziosi insegnamenti sopra la influenza della vitalità, se essa fosse giunta ad un maggior grado di perfezione di quello in cui oggidì la rinveniamo. Mentre, oltre che, come già osservò Davy (1), il sangue non comporta mutamenti valutabili in certe malattie, l' apoplessia ed il tetano, ad esempio, le analisi chimiche che possediamo di questo liquido non sono ancora bastantemente numerose, nè furono praticate con tanta attenzione alle circostanze nelle quali trovavasi la vita, quanto potrebbesi desiderarlo. D' altronde troviamo, in ciò che concerne eziandio le qualità fisiche del sangue, infinite contraddizioni provenienti dal non aversi avuto riguardo agli stati morbosi, ma soltanto alle forme di malattie che possono però avere per cause certe condizioni della vita totalmente diverse le une dalle altre. Dobbiamo tuttavia ingegnarci di approfittare di quanto oggidì possediamo.

1. Influenza sullo stato elettrico del sangue.

Fra le qualità del sangue che qui dobbiamo passare in rivista, menzioneremo dapprima la elettricità, la cui forza sembra essere in ragione inversa della energia delle manifestazioni della vita. Infatti, secondo Bellingeri, la elettricità del sangue è più debole nelle malattie infiammatorie che nello stato di sanità, e più forte, all' opposto, nelle malattie caratterizzate dalla debolezza, sicchè essa cresce nelle prime quando guariscono, invece che nelle altre diviene tanto più considerabile quanto maggiormente imminente riesce il pericolo, e scema vieppiù quanto meglio il malato si avvicina al termine della convalescenza (2). Rossi trovò egualmente che il sangue era molto elettrico poco tempo prima della morte, nella febbre tifoide petecchiale e nel tifo (3). D' altronde, osservò Bellingeri un accrescimento di sua polarità positiva nelle malattie infiammatorie (4).

(1) *Froriep, Notizen, t. XIII, p.* 153.
(2) *Bollettino della Soc. medica di Emulazione*, 1823, *p.* 642.
(3) *Ivi, p.* 640.
(4) *Experimenta in electricitatem sanguinis, p.* 14.

2.° Influenza sopra la coagulabilità.

§. 754. La coagulabilità del sangue posa sopra la quantità ed il modo di combinazione di sua fibrina.

I. Essa è distrutta non solo dalle circostanze chimiche di cui parlerassi quando tratteremo della respirazione, ma eziandio da altre, le quali sono puramente dinamiche.

1.° Dicesi che essa è abolita nel caso di morte subitanea per effetto di profonda emozione morale, per un colpo riportato sull' epigastrio, e che scosse il plesso nervoso di tale regione, per un colpo sulla testa, per la distruzione della midolla spinale (1), per il fulmine, l'arsenico, il veleno dei serpenti ed il virus della rabbia (2). Non la si osservò neppure negli animali costretti alla corsa fin al punto di perire (3). Però siffatte asserzioni sembrano essere almeno formulate in modo troppo esplicito ; l' effetto delle emozioni, di un colpo sulla regione epigastrica e dei veleni, avrebbe bisogno di essere raffermata mediante ripetute osservazioni; dopo la distruzione del cervello e della midolla spinale, Schroeder (4) trovò che il sangue proveniente dal cuore non era per solito coagulabile, ma eranvi concrezioni nelle arterie e nelle vene. Aprendo il corpo di animali uccisi da una emozione elettrica, Scudamore riscontrò (5) il sangue coagulato nel cuore e nelle vene cave. Sebbene le osservazioni raccolte ne insegnino che un' affezione violenta e subitanea della sensibilità può cambiare la composizione del sangue, non sembra mica procedere da ciò che la coagulabilità dipenda dal sistema nervoso, e che questo sistema comunichi al sangue qualche cosa cui sia la causa principale di sua coagulazione (6). Solo sembra certo che la fibrina, sulla natura chimica della quale posa tale ultimo fenomeno, e che non può trarre la sua origine dal sangue, è suscettibile di essere decomposta, disciolta e spogliata della sua facoltà incatenante mediante una scossa ed un annientamento subitaneo della vita generale. Per tal guisa, secondo Thackrach (7), non iscorgesi in tutti questi casi rigidezza cadaverica, ed il cadavere si conserva

(1) *Wedemeyer, Untersuchungen, p.* 351.
(2) *Thackrah, Inquiry into the nature of the blood, p.* 94.
(3) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 125.
(4) *Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam, p.* 86.
(5) *Versuch ueber das Blut, p.* 46.
(6) *Baumgaertner, Beobachtungen ueber die Nerven und das Blut, p.* 144.
(7) *Loc. cit., p.* 67.

caldo più alla lunga che in altre circostanze, pel motivo che la decomposizione e la espansione divennero predominanti. Siffatta decomposizione si annuncia altresì, negli animali strappazzati, per la facilità con cui la loro carne si lacera, e per la prontezza colla quale la putrefazione si impossessa del loro corpo.

2.° Il sangue mestruo non si coagula, perchè contiene poco o niente fibrina (§. 168, 1.°). Toulmouche in un caso nel quale siffatto liquido era stato rattenuto dalla occlusione della vagina, lo trovò rosso-brunastro, e della consistenza di denso sciroppo; dopo essere rimasto all' aria per un intero mese, non era per anco nè coagulato nè putrefatto; siccome la evaporazione aveva dissipato molte parti acquose, la sua albumina aveva contratto un' unione più intima col cruore, sicchè l' acqua cui vi si aggiungeva colorivasi poco; d' altronde esso coagulavasi col calore, del pari che mediante gli acidi e l'alcool (1). Se, all'opposto, la emorragia uterina risulta dall' esaltamento morboso dell'attività vitale, il sangue, come comprovò Lavagna (2), è coagulabile ed inclinato a putrefarsi. Giusta le osservazioni raccolte da Lauer, il sangue mestruo di una donna colta dalla degenerazione delle ovaje era capace di coagularsi, e la inferma non ne tollerava senza pericolo una perdita considerabile se non in quanto mancavagli siffatta proprietà (3).

II. La coagulazione risulta compiuta quando il grumo diviene sodo, allorchè il siero se ne separa totalmente, e risulta affatto trasparente. È incompiuta allorquando il quaglio rimane molle, si stempri facilmente nel siero mediante la succussione, e questo contenga più o men cruore mescolato seco. La separazione compiuta accade negli individui robusti e muscolosi; in qualunque stato infiammatorio, come in generale ogni volta che il sistema sanguigno acquistò un aumento di attività, il quaglio diviene più sodo (4). All' opposto, la coagulazione riesce meno compiuta, il quaglio più molle e più untuoso, negli individui deboli, nella maggior parte delle malattie croniche, ma specialmente nel tifo e nelle sue differenti forme, come la peste, la febbre gialla, il morbo colèra e simili (5). Sembra essersi commesso un errore credendo trovare in questi fatti una prova che la coagulazione è un atto della vita; nulla invece di più naturale, quanto riconoscere qui la

(1) *Bollettino delle scienze mediche, t. XVIII, p.* 355.
(2) *Meckel, Deutsches Archiv, t. IV, p.* 153.
(3) *Hecker, Literarische Annalen der Heilkunde, t. XVIII, p.* 304.
(4) *Scudamore, loc. cit., p.* 119.
(5) *Thackrah, loc. cit., p.* 94 — *Bollettino della Soc. med. d'Emulazione*, 1823, *p.* 640. — *Hecker, loc. cit., t. XVIII, p.* 303.

legge che vuole poter morire soltanto ciò che vive, e che il grado di separazione cui osservasi dopo la morte stia in ragione diretta della vitalità che dapprima esisteva.

III. Bisogna distinguere la perfezione della coagulazione e la rapidità con cui essa incomincia; sotto tale aspetto, si può ammettere condizioni diverse cui Lauer indicò coi nomi di energia irritabile e torpida, di debolezza irritabile e torpida (1) secondo che la prontezza o la lentezza della coagulazione va accompagnata da perfezione o da imperfezione del fenomeno. Ma, nel maggior numero dei casi, troviamo che la rapidità della coagulazione sta in ragione inversa della energia della vita, ovvero, con altre parole, che il sangue si decompone tanto più prestamente quanta maggior debolezza si scorge nell' organismo, che esso mantiensi, all'opposto, tanto più alla lunga quanto maggiore è la potenza con cui agisce la vita.

3.° Hewson (2), Schroeder (3), G. Davy (4) e Thackrah (5) riscontrarono che il sangue si coagula più lentamente nelle infiammazioni violenti. Siffatti osservatori videro la coagulazione cominciare dopo quattro minuti nella tisi polmonare, ed in capo ad otto soltanto nella peripneumonia. Converranno ulteriori ricerche per decidere se, come lo dà ad intendere Davy, sia per effetto di eccezione alla regola che accade allora la coagulazione più rapida, ammessa da alcuni antichi autori e difesa anche da Rossi (6), Gendrin (7), oppure se piuttosto siavi soltanto compimento più pronto e maggior perfezione di siffatta coagulazione.

4.° Pretende Thackrah che la coagulazione avvenga di buon' ora nel caso di debolezza, e pone per principio, doversi tanto meno ripetere il salasso, quanto più rapidamente accade il fenomeno. Spiega Schroeder (8) l' effetto, mediante la quantità del siero, atteso che, giusta le sue esperienze, il sangue fresco mescolato con siero si coagula più presto e con tanta maggior rapidità in quanto che vi si aggiunge più serosità. Scudamore (9) dice essere la coagulabilità in ragione diretta della gravità specifica del sangue. Siffatta esserzione, giusta le osservazioni di Davy (10),

(1) *Hecker, loc. cit., p.* 305.
(2) *Experimental inquiries, t. I, p.* 36.
(3) *Loc. cit., p.* 64.
(4) *Meckel, Deutsches Archiv, t. II, p.* 125.
(5) *Loc. cit., p.* 88.
(6) *Bollettino della Soc. med. d' Emulazione.*, 1823, *p.* 639.
(7) *Storia anatomica delle infiammazioni, t. II, p.* 445.
(8) *Loc. cit., p.* 55.
(9) *Loc. cit., p.* 31.
(10) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organische Physik, t. II, p.* 387.

riesce in esatta almeno quanto all' epoca della manifestazione del fenomeno. Lauer cita alcuni casi di trattamento di affezioni veneree mediante la fame o la salivazione, di scorbuto e di altre cachessie, nelle quali non solo la coagulazione fu incompiuta, ma inoltre essa avvenne più tardi.

5.° In un salasso copioso, il sangue che fluisce per ultimo si coagula innanzi del primo, osservazione cui niuno aveva fatta prima di Hewson (1). Vide Schroeder il sangue levato ad una donna gravida separarsi dopo un quarto di ora nella prima tazza e sette minuti nella seconda (2). Allorquando i beccai uccidono un animale, il sangue si coagula tanto più prestamente quanto maggiormente ne fluì, e l' animale divenne più debole, sicchè quello uscente durante l' agonia si coagula istantaneamente, ma forma un quaglio più molle, come osservarono Hewson (3), Schroeder e Scudamore (4). Secondo Davy, la prima porzione del sangue di una pecora si coagula in capo a due minuti, e la seconda dopo un minuto e mezzo (5). Secondo Thackrah, nei cani, la prima porzione si coagula dopo settanta secondi, quella che vien dietro dopo quaranta secondi, e la ultima istantaneamente (6). Lo stesso osservatore fece la interessante riflessione (7) che le cose avvengono così nel bue posto a morte mediante l' apertura dei vasi, ma che, quando si principia dall' accopparlo, lo stupore da ciò risultante fa che la prima porzione si coaguli con più prestezza, la seconda più tardamente, pel motivo che l' apertura delle arterie ristabilì la circolazione e dissipò lo stupore, la ultima infine più rapidamente atteso la debolezza prodotta dall' emorragia. Osservò Ebel (8) che il sangue è più coagulabile nell' uomo, dopo copiosi salassi; avendo assoggettato un cavallo, il cui sangue si coagulava in cinque minuti, a sottrazioni giornaliere di undici libbre di sangue, la coagulazione avvenne il secondo giorno in quattro minuti, nel quinto in tre, nel decimo in due e nell' undecimo in uno. Quindi Ebel pure pose per principio che la propensione a coagularsi aumenta nella debolezza, in particolare quando la forza del cuore si abbassa e che la circolazione rallentasi, ma che scema dessa all' opposto nelle infiammazioni.

(1) *Loc. cit.*, *t. I*, *p.* 55.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 53.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 61.
(4) *Loc. cit.*, *p.* 34.
(5) *Meckel, Deutsches Archiv*, *t. I*, *p.* 125.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 45.
(7) *Ivi*, *p.* 48.
(8) *Diss. de natura medicatrice*, *p.* 5.

Trovò Piorry, in animali che perirono per considerabile perdita di sangue, ma soltanto dopo alcune ore, diverse concrezioni fibrinose nel cuore e nelle vene (1). Hewson adunque emise forse una congettura fondata dicendo che nel caso di ferite, la sincope favorisce la formazione di turaccioli sanguigni, e può così contribuire a fermare la emorragia.

6.° La potente influenza della parete vivente sopra la costituzione del sangue si annuncia altresì mediante la coagulazione più pronta di quello che fluisce lentamente dal vaso, che dell'altro scorrente sotto forma di celere zampillo. Vide Hewson (2) in un salasso, il sangue colare dapprima con lentezza, poi con sollecitudine, indi ancora più rapidamente, da ultimo in maniera lentissima, ed osservò che la quarta porzione si coagulava in tre minuti, la prima in dodici, la seconda in ventidue e la terza in trentacinque. Scudamore riscontrò lo stesso fenomeno (3), e Thackrah (4) dice, secondo Kellie, che il sangue si coagula più presto allorquando soggiornò per alcun tempo in una vena compressa.

7.° Prova poi che qui la precocità della coagulazione non proviene tanto da circostanze meccaniche quanto dall' azione meno energica delle pareti il fatto, che giusta le osservazioni praticate da Davy (5) e Thackrah (6) il sangue si coagula più prestamente nei giovani animali che nei vecchi, in onta della maggior velocità della loro circolazione.

8.° Finalmente Higmoro, Willis e Trevirano riconobbero che la coagulazione si effettua più presto del solito in certe malattie convulsive.

IV. Accade talvolta, quando il sangue comincia ad inspessirsi, senza però essere ancora coagulato, che scorgesi comparire sulla sua superficie uno strato trasparente, azzurrognolo o giallastro, la cui grossezza aumenta poco a poco dall'alto al basso, e che dicesi *cotenna infiammatoria (crusta inflammatoria seu pleuritica)*. Siffatta crosta è bianca, grigia o giallastra, elastica ed in parte filante; ha quasi sempre la grossezza di una in due linee; la sua superficie superiore è liscia e spesso incavata a foggia di scodelletta; la inferiore risulta ineguale e si attiene al quaglio, il quale, contenendo men fibrina, risulta più molle e men denso del consueto. La crosta infiammatoria non è, propriamente parlando, che quaglio senza cruore, ha per base la fibrina, ma diversa del consueto, più molle e più

(1) *Froriep, Notizen, t. XIII, p.* 189.
(2) *Loc. cit., p.* 80.
(3) *Loc. cit., p.* 34.
(4) *Loc. cit., p.* 65.
(5) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p.* 125.
(6) *Loc. cit., p.* 45.

solubile. Quando lo si spreme, somministra, secondo Gendrin (1), una sierosità giallastra, che contiene più albumina del resto del siero. Ne ottenne G. Davy 38,3 di siero, e per conseguenza 61,7 di fibrina. Siccome essa non rappresenta la fibrina pura normale, così alcuni chimici vi scorsero l' albumina trasformata.

La formazione della crosta flogistica deve dipendere da svariate circostanze, giacchè la si rinviene in istati affatto differenti ed anche opposti, tanto in casi nei quali l' attività del sistema vascolare è esaltata, come le febbri infiammatorie, il reumatismo acuto e la gravidanza, come in altri caratterizzati da somma debolezza, nello scorbuto e nella febbre putrida, secondo Parmentier e Deyeux, nella sifilide, secondo Schroeder (2), nel diabete giusta gli insegnamenti di Scudamore (3), nella idropisia per avviso di Stoker (4) e va parlando.

9.° Sembra certo che nel maggior numero dei casi, la cotenna si connetta all' esaltazione dell' attività vitale. Quando tale stato accade in una infiammazione, formasi certa cotenna densa, grossa, elastica, bianco-giallastra (5). Ma al punto culminante di una infiammazione, della peripneumonia ad esempio, la potenza del sangue è esagerata, e la reazione delle pareti viventi ristretta, sicchè la cotenna dapprima non si produce, e la si scorge comparire soltanto dopo un salasso, quando il polso comincia a rialzarsi.

Neppur riescono privi d'influenza la sede ed il carattere della infiammazione; se, ad esempio, la flemmasia è limitata al tubo intestinale, o siavi molta tendenza alla suppurazione, la cotenna manca frequentemente. Non si può adunque, e tale considerazione era già stata fatta da G. Davy, riguardarla qual segno assolutamente certo d' infiammazione, nè come sempre corrispondente al grado della flemmasia.

I fatti seguenti annunciano che essa è determinata dall'azione vivente delle pareti.

a. La sua formazione corrisponde alla rapidità della corrente, come riconobbero Scudamore (6), Thackrah (7), e Belhomme (8); e quindi

(1) *Storia anatomica delle infiammazioni, t. II, p.* 442.
(2) *Loc. cit., p.* 32.
(3) *Loc. cit., p.* 124.
(4) *Scudamore, loc. cit., p.* 149.
(5) *Gendrin, Storia anatomica delle infiammazioni, t. II, p.* 445
(6) *Loc. cit., p.* 114.
(7) *Loc. cit., p.* 55.
(8) *Froriep, Notizen, t. VII, p.* 247

manca quando la corrente è debole e la vena perforata da stretta apertura, mentre essa ha molta grossezza nei casi opposti.

b. Quando un salasso sia interrotto da sincope, non si produce più in seguito cotenna (1).

c. La quantità della fibrina contenuta nel sangue è, somma totale, maggiore, secondo Scudamore (2), allorquando formasi cotenna. Riferisce tuttavia G. Davy quindici casi, nei quali il rapporto era inverso; ma pigliando tutto in considerazione, la fibrina vi esisteva in proporzione straordinaria (3).

d. Trovò Davy la fibrina della cotenna più densa del consueto, e dotata di una gravità specifica più considerabile.

e. La proporzione di ciò che scola al principio ed alla fine del salasso non è sempre la stessa, come osservarono Schroeder e Belhomme, giacchè accade spesso alla vitalità dei vasi di non esaltarsi che dopo la emissione sanguigna; ma nel maggior numero dei casi avviene l' opposto, e la prima porzione, durante lo scorrimento della quale l' attività dei vasi è maggiore, dà più cotenna dell' ultima. Osservò Gendrin (4), che quando aveva lasciato fluire certa quantità del sangue alla cui superficie formavasi cotenna, e che otto o dieci minuti dopo dava uscita a nuovo liquido, questo non somministrava più che poco o niente di cotenna, ma che la si scorgeva ricomparire quando la seconda emissione per la stessa ferita, accadeva soltanto dopo molte ore. Era quindi allora evidente che la causa non si riferiva già ad una qualità permanente della massa del sangue, ma allo stato della vitalità delle pareti, che la emissione sanguigna modificava momentaneamente, e che riprendeva poscia il suo precedente carattere, quello della diatesi infiammatoria.

f. Quando formasi cotenna, la coagulazione accade più tardi. Se ciò si dovesse intendere soltanto della produzione del quaglio, si potrebbe credere con Schroeder (5) che il fenomeno proceda dalla manifestazione della cotenna, atteso che una parte della fibrina si è già in questa solidificata, e che la porzione ancora liquida, essendo più divisa è per ciò stesso meno coagulabile. Ma la formazione della cotenna stessa accade generalmente, nelle infiammazioni, più tardi di quando effettuasi abitualmente

(1) *Gendrin, loc. cit., t. II, p.* 439.
(2) *Loc. cit., p.* 72.
(3) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organische Physik, t. II, p.* 388.
(4) *Loc. cit., t. II, p.* 438.
(5) *Loc. cit., t. II, p.* 49.

la coagulazione. Ora siccome, giusta quanto precede (3.°-6.°), la coagulazione è ritardata ogni volta che evvi azione più viva delle pareti e corrente più rapida del liquido, questo ritardo sembra essere una circostanza essenziale per ispiegare la formazione della cotenna, dappoichè una parte del cruore acquista allora il tempo necessario per riunirsi negli strati profondi, in virtù di sua gravità specifica più considerabile, sicchè rimane negli strati superiori, la fibrina più leggera ed il siero, che in altre circostanze, ove la coagulazione si effettua più rapidamente, il cruore involgesi seco. Siffatta spiegazione data da Hunter, Prochaska (1), Thackrah (2) e Denis (3), dopo che Hewson (4), Scudamore (5), ed altri riscontrarono la coagulazione più tardiva, sembra essere la più soddisfacente di tutte. Davy (6), il quale d'altronde conviene che la grossezza della cotenna è proporzionata al ritardo della coagulazione, e Stoker (7), dicono averne osservata altresì una in casi nei quali quest'ultima operavasi con rapidità; ma bisogna che allora altre circostanze abbiano contribuito alla riproduzione del fenomeno.

10.° Infatti, il cruore può precipitarsi e separarsi dalla fibrina ancora liquida, tanto pel motivo che esso stesso è troppo denso, come per la ragione che la sierosità del sangue non è già abbastanza densa ed in conseguenza è troppo povera di fibrina e di albumina, sia finalmente perchè in virtù di certa modificazione avvenuta nella composizione del sangue, esso ha men affinità adesiva per la fibrina. Sono verisimilmente queste circostanze che determinano la formazione della cotenna nelle febbri putride, nello scorbuto ed in altre cachessie. Obbiettava Hewson (8) che, nelle infiammazioni, il producimento della cotenna non si riferisce nè alla diluzione del sangue nè all'accrescimento della gravità specifica del cruore; Davy (9) non iscorgeva neppure legame costante tra questa produzione e la gravità specifica del sangue, cui diceva, all'opposto, essere allora quasi sempre più considerabile dell'ordinario; ma siffatti argomenti non avrebbero valore se non in quanto si pretendesse effettivamente non ammettere altre cause per ispiegare in ogni caso la formazione della cotenna.

(1) *Phisiologie*, *p.* 235.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 39, 111.
(3) *Loc. cit.*, *p.* 324.
(4) *Experimental inquiries*, *t. I*, *p.* 39.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 31, 38.
(6) *Loc. cit.*, *p.* 385.
(7) *Scudamore*, *loc. cit.*, *p.* 144.
(8) *Loc. cit.*, *p.* 45.
(9) *Loc. cit.*, *p.* 389.

11.° Trovò Hewson (1) che formavasi piuttosto una cotenna quando si riceveva il sangue in vasi stretti, che quando lo si faceva fluire in ampie coppe. Schroeder (2) e Gendrin (3) si convinsero mediante esperienze, che la formazione di questa crosta è ristretta od impedita dal freddo, e favorita all' opposto dal ricevimento del sangue in un vaso stretto, tenuto assai davvicino della vena, locchè ritarda il freddamento del liquido. La elevazione del calor vitale favorirebbe essa pure la tendenza del cruore a separarsi dalla fibrina?

c. *Influenza sui materiali costituenti del sangue.*

§. 755. I. Il cruore, che nello stato normale, aderisce alla fibrina coagulata, si mescola col siero nello scorbuto, nella febbre putrida, nella febbre gialla e simili, vi si discioglie, lo colorisce in rosso, e si precipita poco a poco sotto forma di sedimento polverulento. Forse, come presume Wedemeyer (4), questo fenomeno è determinato, da un lato, dalla diminuzione della fibrina, dall' altro dalla scarsezza di albumina nel siero (5); è però verisimile che un mutamento nella composizione dello stesso cruore vi piglia gran parte. Secondo Gendrin (6), il siero è interamente limpido nelle gravi infiammazioni, ed allorquando diviene un po' torbido nella parte inferiore, questo effetto dipende unicamente dall' albumina che contiene; in uno stato infiammatorio più grave, esso è chiaro, s' impossessa poco a poco di una piccola quantità di cruore, che raggiunge il fondo del vaso; ma arrossa e depone uno strato più denso, allorquando formossi ad un tempo una cotenna. Quando un salasso fu interrotto dalla sincope (7), il siero lascia talvolta precipitare gran quantità di materia colorante, e nelle malattie di cattivo carattere, nelle affezioni cangrenose, è colorato da certa materia nera, come polverulenta, la quale si depone al fondo del vaso (8).

II. Per quello spettasi alle produzioni quantitative,

1.° La quantità delle parti solide è accresciuta nelle malattie infiammatorie (9), singolarmente nella sinoca, caso in cui mostrossi salutare la

(1) *Loc. cit.*, *p.* 101.
(2) *Loc. cit.*, *p.* 32.
(3) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 433.
(4) *Untersuchungen*, *p.* 250.
(5) *Loc. cit.*, *p.* 356.
(6) *Loc. cit.*, *t. II*, *p.* 445.
(7) *Loc. cit.*, *p.* 439.
(8) *Loc. cit.*, 454.
(9) *Hunefeld*, *Physiologische Chemie*, *t. II*, *p.* 225.

infusione di acqua nelle vene (1). È diminuita nel tifo, e particolarmente nella febbre gialla, secondo Steevens (2). Questo stato di cose è già annunciato dalla proporzione rispettiva del siero e del quaglio: la quantità del primo scema nelle infiammazioni steniche (3), ove, secondo Gendrin (4), sta a quella del secondo come 1: 2; nel tifo, all' opposto, questa quantità aumenta in modo che, al detto di Reid Clanny (5), quando la proporzione del siero al quaglio era di 1 : 0,23 nello stato di sanità, divieue di 1 : 0,13 nell' apice della malattia. Trovò Thackrah (6) la proporzione di 1 : 3,30 in una sinoca, di 1 : 2,82 nella pneumonia, di 1 : 2,81 nella gastritide, di 1 : 2,50 nella febbre terzana, di 1 : 1,60 nella febbre quartana, di 1 : 1,56 nella tisi polmonare, di 1 : 1,29 nella idropisia, di 1 : 1,23 nella emiplegia; Brande (7), di 1 : 0,18 in un reumatismo acuto, di 1 : 0,16 nella pleurisia, di 1 : 0,15 nella peripneumonia, di 1 : 0,14 nella scarlatina, di 1 : 0,14 nella vertigine, di 1 : 0,13 nella commozione cerebrale, di 1 : 0,10 nella pleurisia, presso un bambino. La discrepanza tra i diversi osservatori, sotto l' aspetto della quantità assoluta non deve indurci in errore, giacchè ognuno di essi si valse di una scala particolare. Giusta Lauer (8), la proporzione del quaglio al siero scema nelle persone deboli, nelle malattie croniche, quelle specialmente accompagnate da perdita di umori, dopo frequenti salassi, e nei casi di soppressione delle secrezioni acquose, mentre avviene l' inverso negli individui robusti.

Bisogna altresì aver riguardo alla densità del quaglio, che, secondo la considerazione già fatta da antichi osservatori (9), è maggiore nella febbre infiammatoria, nel reumatismo e nella gotta. Al parere di Gendrin (10), il quaglio riesce più solido e più compatto nella infiammazione; ma gli accade talvolta (11), quando il salasso è interrotto da una sincope, di divenire molle e voluminoso; riesce altresì poco denso (12) quando la infiammazione ascese fin alla debolezza indiretta. Nelle malattie di cattivo

(1) *Andral, Compendio d'anat. patolog., t. I, p.* 547.
(2) *Medico-chirurgical review, t. XXV, p.* 217.
(3) *Thackrah, loc. cit., p.* 108.
(4) *Loc. cit., p.* 445.
(5) *Archivi generali, t. XVIII, p.* 290.
(6) *Loc cit., p.* 105.
(7) *Meckel, Archiv fuer Anatomie,* 1828, *p.* 337.
(8) *Hecker, Annalen der gesammten Heilkunde, t. XVIII, p.* 412.
(9) *Haller, Elem. physiolog., t. II, p.* 17.
(10) *Loc. cit., p.* 441.
(11) *Loc. cit., p.* 439.
(12) *Ivi, p.* 454.

carattere, ogni volta che evvi tendenza alla cangrena, nelle febbri tifoidee e simili, il quaglio mostrasi egualmente molle, gelatinoso e mal limitato.

2.° La quantità della fibrina aumenta nelle infiammazioni, attenendoci agli insegnamenti di Davy, Whiting e Koenig (1). Reid Clanny assicurano che essa scema nel tifo, Parmentier e Deyeux nello scorbuto, Nicolas e Guedeville nello scorbuto (2), Brandt nella commozione cerebrale (3).

3.° Davy pretende che il cruore scemi nelle infiammazioni, mentre che la fibrina aumenti (4). Secondo Reid Clanny, le due sostanze scemano egualmente nel tifo.

4.° La gravità specifica del siero e la proporzione delle parti solide che contiene aumentano nelle febbri (5); l' accrescimento è in ispecialità sensibile nel reumatismo acuto, per avviso di Marcet (6).

5.° Asserisce Gendrin che il siero è più viscoso nelle infiammazioni (7), e Traill accerta che contiene allora quasi due volte tanto di albumina che nello stato di sanità. Nello scorbuto, si mostra più povero di albumina, e, giusta Parmentier e Deyeux, si coagula meno per l'azione del calore. Henry e Souberain assicurano che nel diabete, contiene soltanto i tre quarti dell' albumina che per solito vi si riscontra (8).

6.° La quantità di questi sali è spesso accresciuta nella febbre secondo Thackrah (9); scema nel tifo, ma però meno di quella dell'albumina, per asserzione di Reid Clanny. Steevens non rimarcò altro che una diminuzione dei sali nella febbre gialla (10). Si pretende che i fosfati sieno meno abbondanti nei diabetici (11).

III. Koenig (12) dice che il sangue tratto dalla vena, nelle flemmasie, passa alla putrefazione dieci in ventiquattro ore più presto di quello delle persone in istato sano; ma, secondo Rossi (13), arriverebbe esso più tardi di questo all' ultimo grado della decomposizione putrida.

(1) *Experimenta circa sanguinis qualitatem diversam*, *p.* 13.
(2) *Hunefeld, loc. cit.*, *t. II*, *p.* 225.
(3) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, *p.* 337.
(4) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organiche Physik*, *t. II*, *p.* 390.
(5) *Haller, Elem. physiolog.*, *t. II*, *p.* 123.
(6) *Thackrah, loc. cit.*, *p.* 117.
(7) *Loc. cit.*, *p.* 442.
(8) *Berzelio, Jahresbericht*, *t. VII*, *p.* 296.
(9) *Loc. cit.*, *p.* 117.
(10) *Medico-chirurgical rewiew*, *t. XXV*, *p.* 217.
(11) *Hunefeld, Physiologische Chemie*, *t. II*, *p.* 225.
(12) *Loc. cit.*, *p.* 8.
(13) *Bollettino della Soc. med. d' Emulazione*, 1823, *p.* 639.

A. Influenza sulla conversione in sangue venoso.

§. 756. La conversione del sangue arterioso in sangue venoso è in certi casi sospesa od almeno affievolita in guisa che l' apertura della vena dà uscita ad un sangue vermiglio.

1.° Effettuasi questo caso nelle emorragie considerabili. Quando il sangue fluisce da gran tempo da una vena, finisce col divenire rutilante prima di fermarsi (1). Tale fenomeno proviene incontrastabilmente dal non potere la sostanza organica esercitare la sua reazione normale sopra la piccola quantità di sangue ancora contenuta nei vasi, non essendo la forza più sufficiente per permetterlo (§. 748, 1.°).

2.° La oppressione generale dell' attività plastica può produrre lo stesso risultato. Quindi si trovò il sangue venoso di color rosso scarlatto nel tifo, nella febbre putrida, nella febbre gialla, nella febbre petecchiale, secondo Schubler (2) e Rossi (3), talvolta eziandio nello scorbuto e nel *morbus maculosus*, secondo Lauer (4).

3.° Nelle stesse infiammazioni, è desso in generale men carico di colore (5). Fece Hunter questa osservazione principalmente sul sangue tratto mediante le sanguisughe; essa gli aveva dato a credere che la rapidità con la quale il liquido attraversa allora i vasi capillari, non permetta che esso si metamorfizzi nel loro interno; al che puossi rispondere essere la circolazione al contrario rallentata od anche nulla nelle parti che sono la sede propriamente detta della infiammazione. Non è neppur possibile che il sangue venoso arrossì per effetto di una respirazione cutanea, giacchè secondo la osservazione di Krimer (6), la pelle è allora calda e secca, e niuna respirazione può compiersi sopra di una superficie secca. La causa non può adunque procedere che dal fatto che nella infiammazione, l'eccesso di eccitamento fece cessare lo scambio dei materiali, la nutrizione e la secrezione. Spieghiamo in pari modo come Nasse abbia osservato tal fenomeno nella peripneumonia, nella scarlattina e nel crupo (7).

4.° Dice Krimer (8) aver osservato che quando tagliava i nervi brachiali o crurali sopra conigli o cani, il sangue venoso dell' arto ferito diveniva

(1) *Haller, Elem. physiolog., t. II, p.* 10.
(2) *Poggendorff, Annalen der Physik, t. XXXIX, p.* 325.
(3) *Bollettino della Soc. med. d' Emulazione*, 1823, *p.* 640.
(4) *Hecker, Annalen der Hekunde, t. XVIII, p.* 273.
(5) *Ivi, p.* 277.
(6) *Physiologie des Blutes, p.* 287.
(7) *Horn, Archiv fuer medicinische Erfahrung*, 1830, *p.* 103.
(8) *Physiologische Untersuchungen, p.* 138, 152.

vermiglio in capo a quattro o dieci minuti; che ripassava al nero quando facevasi comunicare il polo positivo di una pila voltaica col cervello, ed il polo negativo col nervo tagliato, od il primo con questo nervo e l' altro colle dita; finalmente, che riprendeva il color vermiglio dopo l' allontanamento dei conduttori. Si comprende benissimo che la sezione dei nervi, scemando l' attività vitale, possa alterare la metamorfosi del sangue, che dipende da questa attività; però, secondo Arnemann (1) il sangue sembra colorarsi in nero nei vasi i cui nervi furono tagliati, perciò che siffatta lesione influisce sopra il suo movimento (§. 770) innanzi di danneggiare la sua trasformazione (§. 752, 5.°).

5.° Finalmente, Autenrieth (2) dice che il sangue venoso ha color men carico durante i grandi calori dell'estate. Osservò Crawford lo stesso fenomeno sopra cani cui aveva innalzata la temperatura fin a 106 e 109 gradi del termometro di Fahrenheit, mediante l'applicazione del calore esterno.

B. *Effetti prodotti da influenze esterne.*

§. 757. Il sangue non risente meno l' azione delle influenze esterne di quella dello esercizio degli organi.

1.° È soggetto alla influenza delle cose esterne, tanto se queste operano sopra di esso in maniera immediata, o soltanto coll' intermedio degli organi incaricati di produrlo. Nella guisa stessa che esso perde della sua coagulabilità quando lo si elettrizza fuori del corpo vivente (§. 673, 2.°), così pure rimane liquido negli individui che furono uccisi dal fulmine. Riconobbe Rossi (3), che quando un uomo era stato elettrizzato, il suo sangue si coagulava più lentamente, dava un quaglio più piccolo e più molle, ed il siero che se ne separava era più rossastro. Vedemmo egualmente che l'alcool e gli acidi lo coagulano fuori del corpo (§. 674, 3.°, 8.°); così pure, lo si trovò coagulato in animali, durante la vita dei quali avevasi injettato nelle vene alcool (4), acido solforico (5), acido nitrico (6); acido idroclorico (7), acido fosforico (8) od aceto (9). Certe sostanze, dopo

(1) *Ueber die Regeneration*, *p.* 48.

(2) *Handbuch der Physiologie*, *t. I*, *p.* 312.

(3) *Bollettino della Soc. medic. di Emulazione*, 1823, *p.* 634,

(4) *Scheel*, *Die Transfusion des Blutes*, *t. II*, *p.* 46. — *Archivi generali*, *t. XII*, *p.* 105.

(5) *Orfila*, *Tossicologia generale*, *t. I*, *P. II*, *p.* 77.

(6) *Ivi*, *p.* 102.

(7) *Ivi*, *p.* 138.

(8) *Ivi*, *p.* 145.

(9) *Scheel*, *loc. cit.*, *t. II*, *p.* 46.

essere state introdotte negli organi digerenti, determinano in parte, nel sangue, effetti analoghi a quelli che esse producono quando si mescolano, fuori del corpo, con questo liquido. Per tal guisa, Steevens pretende aver impiegato i sali neutri con successo contro la febbre gialla, perciò che, in questa malattia, il sangue nero sta in ragione dei sali che gli mancano, e l'addizione di cui gli fa riprendere il suo color rosso naturale (§. 679, 3.°).

2.° Ma, d' ordinario, le sostanze introdotte nell' organismo vivente non fanno comportare al sangue gli stessi mutamenti che esse determinano quando operano sopra di lui dopo la sua uscita dal corpo. Thackrah, ad esempio (1), trovò che il sangue dei cani cui aveva avvelenato con oppio, si coagulava assolutamente come nello stato normale, mentre che, quando lo si mescolava con oppio fuori del corpo, la sua coagulazione era di molto ritardata.

Alcune sostanze, le quali determinano immediatamente certo cambiamento chimico nel sangue, possono, in malattie che inducono analogo effetto sopra di questo liquido, essere impiegate come mezzi curativi, vale dire come agenti valevoli a modificare l'attività vitale. Per tal modo, la predisposizione ereditaria alle emorragie sembra dipendere da uno stato non ordinario di diluzione del sangue; ed intanto, secondo Krimer (2), il solo mezzo veramente efficace di combatterla consiste nel far uso del solfato di soda, sebbene questo sale abbia la proprietà d' impedire la coagulazione del sangue fuori del corpo.

Certe sostanze sembrano provocare nel sangue, quando sono poste a contatto con solidi organici, alcuni mutamenti cui esse non producono quando si mescolano immediatamente con lui. Orfila, ad esempio, osservò (3) che la dissoluzione di estratto di digitale determinava la coagulazione del sangue nel cuore, non già quando la si injettava nelle vene, ma sibbene quando la si poneva in rapporto collo stomaco o col tessuto cellulare.

È poi osservabilissima la differenza nella maniera di agire di una sostanza, secondo che la si mescoli col sangue, o nell' interno dei vasi viventi, o fuori di questi condotti.

Ora, infatti, una sostanza, la quale non esercita azione sensibile sul sangue tratto dalla vena, provoca cambiamenti considerabili in quello che circola. Secondo Fontana, il veleno della vipera non influisce sopra la coesione del sangue fuori del corpo, o, tutto al più, scema la sua coagulabilità, mentre che injettato nelle vene ne opera subito la coagulazione.

(1) *Loc. cit.*, *p.* 38.

(2) *Physiologie des Blutes*, *p.* 317.

(3) *Tossicologia generale*, *t. II*; *P. I*, *p.* 273.

Altre volte, all' opposto, i fenomeni prodotti da una sostanza fuori del corpo, non si appalesano nella economia vivente, od anche vi sono sostituiti da uno stato inverso. Gli alcali distruggono la coagulabilità del sangue tratto dalla vena; ma dopo l' infusione del sotto-carbonato di potassa, il sangue era coagulato nei vasi, secondo Haller (1); ridotto in un quaglio solido e modellato esattamente sulle pareti vascolari, nelle vene cave e nel cuore, e liquido soltanto nelle ramificazioni venose, secondo Sproegel (2); finalmente, rappigliato in grossi grumi nell' interno delle cavità del cuore, giusta Orfila (3). Quagli di sangue altresì furono veduti da Orfila (4) e Friend (5), nella orecchietta polmonare e nella vena cava inferiore, dopo una injezione di ammoniaca. La dissoluzione di sublimato corrosivo determina forte coagulazione del sangue fuori dei vasi; ma, dopo averla injettata nelle vene, Ettmuller (6) trovava il sangue liquidissimo. Fece Pommer interessanti osservazioni sopra l' acido ossalico (7); mescolato col sangue recentemente estratto dalla vena, quest' acido lo rende di color bruno rossastro, l'addensa alquanto, e gli comunica la proprietà di arrossare il tornasole; injettato nelle vene, cagiona la morte, estinguendo dapprima la respirazione, poi i battiti del cuore; ma non si trova nel sangue nè verun vestigio di acido, nè cosa alcuna che si allontani dallo stato ordinario; i vasi, il cuore ed i polmoni non presentano neppur traccia d' infiammazione, ned alterazione nella loro tessitura o nel loro colore. Introducendo acido ossalico nel tessuto cellulare, nella cavità addominale o nello stomaco di un animale vivente, lo si rinviene nelle parti vicine e nel loro sangue, a dir vero alcune ore soltanto dopo la morte, e mai non se ne scorgono traccie nè nel sangue del cuore ned in quello delle vene.

Tutti questi fatti annunciano quanto grande sia la potenza che la vita esercita sul sangue. Provano che per virtù del suo continuo conflitto con questo liquido, la sostanza vivente delle parti solide trasforma e decompone le sostanze estranee che vi s' introducono, per guisa da impedire che non esercitano sopra di esso la loro azione ordinaria, ma che in siffatta operazione, la stessa vita può soccombere ai colpi che le vengono portati.

(1) *Opera minora*, *t. I*, *p.* 70.
(2) *Scheel*, *loc. cit.*, *t. I*, *p.* 258.
(3) *Tossicologia generale*, *t. I*, *P. II*, *p.* 154.
(4) *Ivi*, *p.* 163.
(5) *Scheel*, *loc. cit.*, *t. II*, *p.* 42.
(6) *Ivi*, *t. I*, *p.* 226.
(7) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1828, *t. II*, *p.* 203-255.

SULLA NATURA

SULLA VITA E SULLE MALATTIE DEL SANGUE

DEL

PROF. GIACOMANDREA GIACOMINI

I. *Caratteri fisici del sangue.*

Tutti intendono sotto il nome di sangue quell' umore vermiglio che si contiene e si muove nelle cavità del cuore, nelle arterie e nelle vene; ma come l'aspetto suo e l' importanza di esso variano nei differenti canali, ove si esamini, così rispetto all'uomo devono distinguersi tre specie di sangue: 1.° il sangue arterioso, quello che scorre per l' aorta e sue diramazioni, più per le vene polmonari ed il seno e ventricolo sinistro del cuore; 2.° il sangue venoso, quello che raccogliesi nelle diramazioni tutte delle vene cave, oltre che nell' arteria polmonare e nel seno e ventricolo destro del cuore; 3.° finalmente il sangue o l' umor mesenterico, quello cioè che confinasi entro il sistema vascolare della vena porta. Alcuni ammettono una quarta specie di sangue, che dicono bianco od imperfetto, e sarà costituito dall' umore dei vasi chiliferi e linfatici; ma per l' oggetto nostro dobbiamo attenerci alle accennate tre specie e studiarle analiticamente prima in istato di morte, poi in istato di vita, e ciò in via fisica, in via chimica, in via fisiologica ed in via patologica.

Non offresi il sangue direttamente all' ispezione dei nostri sensi se non uscendo dai vasi pe' quali circola, ed in tal caso noi non esaminiamo un fluido vivente, ma un fluido morto.

Il sangue arterioso può ottenersi per trasudamento emorragico delle membrane mucose. In questo caso è per lo più alterato dallo stato morboso delle membrane stesse dalle quali dipende l' emorragia. Può aversi ancora

dalle ferite o dal taglio di un' arteria, ed il sangue così ottenuto è il più possibilmente vicino allo stato normale e vitale. Appare allora siccome un fluido che spiccia fumante con forza ed a colpi ripetuti, con una temperatura prossima ai 32 gradi del termometro di Reaumur, di color rosso vivo, di una densità e viscosità alquanto superiore a quella del latte, con un odore tutto di suo genere e con sapore dolcigno. Raccolto in un vaso e lasciato in riposo si fa mano mano più denso e meno scorrevole, intanto che emana de' principii volatili e disperde del calorico per equilibrarsi colla temperatura dell' atsmofera. V' ha un istante in cui ogni scorrevolezza sembra perduta, ed il sangue presenta una sola massa tremola e consistente. Ma questo istante è assai breve, giacchè ad un apparente coagulamento generale succede la separazione in due sostanze di diversissimo aspetto, l' una concreta, consistente, di color rosso vivo e della forma del vaso, ma in dimensioni minori, che è il cruore; l' altra liquida e trasparente quasi come l'acqua, di color bianco verdognolo, circondante e soprannuotante al cruore, ed è lo siero. Se il sangue si pesi appena estratto e si pesi nuovamente dopo dodici o ventiquattro ore è considerabilmente diminuito di massa. Il colore altresì è cambiato divenendo più oscuro e più cupo nel grumo trasparente e spesso rossiccio nel siero. È pure cambiato non poco l'odore suo colle altre fisiche qualità di mano in mano che, a norma delle esteriori influenze, più o meno rapidamente s' incammina alla decomposizione ed alla putrescenza.

Il sangue venoso non può estraersi che da' tronchi venosi feriti. Mediante la flebotomia si ha un sangue già sottrato ai poteri vitali, ma assai vicino alla condizione del sangue circolante, e lo vediamo cadere a parabola caldo pur esso verso i 32 gradi di Reaumur. Il suo colore è rosso vinoso scuro, l'odore è specifico, ma poco discernibile. Il suo peso e la consistenza ritengonsi alquanto maggiori che nel sangue arterioso. Lasciato in quiete nel vaso, tende esso pure a quagliarsi, e dopo essersi per un momento avvicinato al totale consolidamento dividesi egualmente nelle due porzioni, una cioè solida di un color più tendente al nero, ed è il cruore, o grumo, o crassamento; l'altra liquida e più colorata di quella del sangue arterioso, ed è lo siero. Il tempo e le influenze esterne introducono nel sangue venoso mutamenti presso a poco analoghi a quelli del sangue arterioso.

Il sangue mesenterico è un umore affatto distinto dai precedenti. Non puossi estraerlo che dai rami aperti della vena porta ne' cadaveri, e si presenta per lo più di color atro o nero, di consistenza maggiore del sangue venoso. Non si coagula quasi punto e non si divide quasi mai

come l' altro sangue in grumo ed in siero (1). Spesse volte contiene delle striscie bianche, o grige, o giallognole, od adipose. Fra le varie specie di sangue questa ha caratteri assai variabili, ma nello stesso tempo più distinti di quelli dell' altre due specie, giacchè la differenza d' aspetto tra il sangue venoso e l' arterioso sono sì minime che alcuni autori (tra i quali Giovanni Davy) intieramente le hanno negate.

L' odore del sangue paragonasi da alcuni all' odore dell' aglio, altri lo trovano veramente di suo genere. Barruel versando sul sangue dell' acido solforico concentrato riuscì a trarre manifestissimo l' odore non già del sangue stesso, ma della traspirazione dell' individuo a cui quel sangue apparteneva. E ripetendo il saggio su diversi individui d' ambo i sessi e su diversi animali osservò distinto l' odore traspiratorio dell' uno e dell' altro animale, e pretese discernere eziandio quello del maschio da quello della femmina, non che quello del vecchio e quello del fanciullo. Riconosce lo stesso Barruel doversi questo odore ad un principio volatilissimo che si esala dalla cute e dai polmoni; ma che non si rinviene nel sangue, finchè è combinato con altri elementi; onde a svolgerlo occorre l' acido solforico, il quale dalla combinazione di questi elementi lo tolga.

A meglio discernere la forma e l' aspetto delle molecole componenti il sangue, armarono in varii tempi gli osservatori il loro occhio di lenti e microscopii, e ciascuno credette avere scoperto il vero, benchè quasi tutti abbiano diversamente veduto. Dopo Malpighi infatti che il primo adocchiò nel sangue dei globetti sferici, e dopo Lewenhoeck, Keil, Fontana, Spallanzani che ne confermarono l' esistenza, altri scrutatori misero sopra questo fatto tanto maggiori dubbii quanto più attivi e perfetti erano gli strumenti co' quali la vista veniva aiutata. Weiss ed Hewson per esempio videro una membrana inviluppante i globuli, la quale, secondo essi, è capace di schiacciarsi. A Della Torre apparvero i globuli di figura anellare o come forati nel centro e costituiti da sei sacchetti pieni di linfa. Forniti di forme svariate si presentarono a Trevirano nel coagularsi. Bauer ed Home ravvisarono nel globetto sanguigno una materia colorante ed un nucleo, il quale, secondo essi, va a formar la fibrina; ciò che però è contraddetto da Muller. Un nucleo senza colore fornito di un proprio inviluppo è pure ammesso da Prevost e Dumas. Ma Doellinger adottando l' idea del nucleo e dell' inviluppo crede che sian tutti di eguale grossezza nello stesso individuo; mentre Milne Edwards sostiene che nel medesimo individuo ve n'hanno di grandezza differente. Kodgkin

(1) *Stocker, Trans of the assoc. phys.*, *t. I, p.* 163. — *James Tackeroy*; *Mem. letta alla Soc. R. di Londra*, 1831 — *Schultz, Rust's Magazin, tom.* 44. 1. *Th*).

e Lister attribuiscono ai globetti una superficie concava, Schultz ritiene che il nucleo sia mobile e contengasi in una vescica, la quale nella sua parete interna è colorata. Secondo Raspail i nuclei non sono che albumina sciolta nel siero, la quale viene precipitata dal mestruo. Riguardano molti i globuli come altrettante vescicole, e Weber giudica che il preteso nucleo contenuto non sia che un' illusione ottica. Piacque anche a Donné l' idea di una vescicola colorata contenente una materia liquida albuminosa, e parve a lui di vedere che i globuli risultano da un leggier tessuto di sostanza fibrinosa, nelle maglie della quale è deposta dell' albumina e della materia colorante. I globuli sanguigni sono negati da molti, fra i quali Blumenbach e Blainville che riguardano il sangue circolante come un liquido omogeneo. Altri per l' opposito, come Mandl, ammettono non solo i globuli rossi, ma anche altre due differenti maniere di globuli uno piccolo, alquanto opaco, simile ai globicini albuminosi, l' altro più grande, bianco, trasparente. V' ebbe per fino credette riconoscere ne' globuli altrettanti animali, ed in questo numero potremmo citare Eber, Mayer, Reinchenbach ed altri.

Ella è pur stupenda questa disparità fra gli osservatori in riguardo ad una cosa che si vede o si dovrebbe vedere, voglio dire i globetti del sangue. E taccio perchè non fanno al nostro argomento le maggiori disparità nel confronto tra il sangue umano e quello degli altri animali. Non sarà perciò maraviglia se gli autori diversi che attesero colla maggior diligenza e scrupolo a misurare i globetti del sangue umano hanno dato tutti una cifra affatto differente per le dimensioni. Si comincia infatti da una centoquarantunesima parte di linea, si va da altri ad una centosessantesima, da altri ad una centosessantesimasesta, ad una dugentosettantesimaquinta, ad una trecentotrentottesima, e fino ad una quattrocentosedicesima parte di linea (1), le quali due ultime cifre sono più adottate, non perchè più esatte (che nessuno può dirlo, e chiunque cercasse verificarlo troverebbe forse un numero ancor differente), ma perchè la prima cifra è di Prevost e Dumas, e quindi seguita principalmente dai Francesi, la seconda è di Wollaston, e quindi abbracciata a preferenza dagli Inglesi.

Che cosa potrem noi dunque conchiudere sui globetti del sangue in tanta contraddizione di giudizii? Ho tentato ancor io di metter l' occhio in questo nuovo mondo microscopico: e comprimendo un dito intorno al polpastrello finchè s' inturgidisse ed arrossasse, colla puntura d' un ago ne trassi una gocciolina di sangue e raccolsila immediatamente sopra una lamina di vetro. Sovrapposi a combaciarsi con questa un' altra lamina di

(1) *Raspail, Nuovo sistema di chimica organica t. III, p.* 219.

vetro in modo però che la gocciola non vi fosse compresa, ma toccasse semplicemente il lembo della lamina sopraggiunta. Con ciò le due superficie messe a contatto esercitano sopra il liquido il potere della capillarità e l' attraggono. Ho osservato ripetutamente il fenomeno con un forte microscopio solare ch' io feci costruire da un celebre ottico di Londra. Ecco ciò che ho rilevato. Dapprima delle striscie rosse come rapide correnti muovono dalla goccia e si recano ad occupare lo spazio fra le due lamine. Sono linee omogenee, e non v' ha traccia alcuna di globetti distinti. Il moto loro però poco a poco si rallenta, ed allora queste striscie s' interrompono ed i globetti appajono. Si vede cioè una massa opaca e colorata di forma elittica circondata da un fluido trasparente che simile ad una vescica la inviluppa. Cresce mano mano l' inviluppo, e scema di mole il globulo colorato e come solidificato si da rappresentare un nucleo contenuto. Avvicinando l' oggetto al foco dello strumento nasce un improvviso cambiamento, e fra le molecole sanguigne appaiono delle bolle o come vesciche trasparenti e scolorate. Contemplando diligentemente questo spettacolo arriva ancora di vedere che qua e là sulla lamina insorgono de' globuli bianchi opachi o meno trasparenti delle notate veschichette, i quali si fissano immobili sul vetro, e servono di ostacolo al moto degli altri globuli sì rossi che trasparenti, onde urtando in essi cambiano forma e figura e moto o direzione, simulando come una spontanea mobilità. Volli confrontare i fenomeni microscopici del sangue estratto dal corpo con quelli del sangue circolante ne'suoi vasi. Le pinne caudali di un pesciolino poste sotto il microscopio fanno conoscere che nei vasi di quelle il sangue scorre omogeneo a linea od a fiumana non interrotta; fanno conoscere che il color suo è uniforme, non roseo, ma pallidissimo quasi lavatura di carne o liquore ranciato. Non diversamente si presenta il sangue circo lante nell' ala del pipistrello che io osservai con un microscopio composto di Plössl della maggior forza e perfezione. Nella membrana interdigitale della rana sottoposta da me al nominato microscopio di Plössl e ad un altro di Amici, ebbi a rilevare che il fluido sanguigno si presentava come a bolle trasparenti e senza colore, le quali correndo nel rispettivo vasellino avean la forma elittica e cambiavano ad ogni istante sì la forma come la grandezza. Nell'atto di arrestare il corso di queste bolle, retrocedevano ed ondeggiavano, ed allora schiacciavansi nel verso opposto, e presentavano delle linee parallele più opache attraverso il vaso sanguigno, simulanti l' increspatura delle onde. Uscendo dal vaso quelle bolle e ricevendole sul vetro, si vedevano poco dopo coagularsi in forma elittica, ma inegualmente, per cui una parte più densa e più opaca si raccoglieva o

nel centro, o nell' uno o nell' altro punto della bollicina, e questa guisa di nucleo era circondata da materia semifluida e trasparente.

Nulla è più ameno e sollazzevole di simili osservazioni microscopiche; ma io credetti in verità di sognare allorchè sotto l' occhio mi si offrivano que' fenomeni che tanti altri prima di me avevano osservati, e mi conducevano a giudicare sì diversamente da quello che essi pel massimo numero hanno giudicato. Per quanto però io proponessi dubbii ed obbiezioni a me stesso, io dovetti convincermi che ciò che io vedeva era costantemente, indubitabilmente vero. Per la qual cosa gli autori che su tal punto cotanto fra loro combattono dovranno perdonare a me se più che alle loro contese credo a' miei occhi, e se professo ed insegno quello che mi pare d' aver chiaramente veduto. Dico adunque che all' aspetto suo il sangue vivo e circolante è un umore composto bensì di diversi principii, ma fra loro organicamente combinati in guisa da costituire un umore solo omogeneo, ove non v' ha nè siero, nè cruore, nè fibrina, nè albumina, nè materia colorante, nè sali da potersi distinguere. I globetti rossi adunque nuotanti nel siero che dagli autori ci vengono sì chiaramente descritti, che tu crederesti di poterli pescare, non esistono che nella loro fantasia, in quanto applicarono al sangue vivo e circolante quello che è proprio soltanto del sangue stagnante e morto. Infatti allora appunto e non altrimenti si hanno traccie di siero quando il sangue è uscito da' vasi, ed oltre a ciò è rimasto un certo tempo in riposo. Che cosa è altro il grumo nuotante nel siero fuor che l' amasso de' pretesi globetti rossi e sanguigni? e qual differenza può egli farsi fra il grumo rispetto al siero e fra un globetto isolato e 'l suo siero che lo circonda se non quella che passa fra il tutto e le parti che lo compongono? La separazione del sangue in cruore ed in siero è effetto e segno della morte del sangue, è il primo grado della sua decomposizione. Ciò che è della massa sanguigna di un eseguito salasso è pur di una gocciola di sangue, e ciò che è di una gocciola è nè più nè meno di una molecola per quanto minima del sangue stesso. Perchè in questa molecola il globetto sanguigno si distingua dal suo siero è d' uopo che si decomponga, che abbia provato le influenze fisico-chimiche esteriori e in una parola sia morto. Le quali influenze, secondo che variano esse stesse, mutano diversamente l' aspetto delle molecole sanguigne: onde la diversa forma e grandezza ed apparenza dei pretesi globetti sanguigni osservati in varie circostanze dai varii autori. Chi in fatti si fa ad esaminare una gocciolina di sangue che s'infiltra attraverso la capillaria di due lamine combaciantisi di vetro vede da diversi punti rossi separarsi tutto attorno un sottile strato di

siero, e può considerarlo come un inviluppo del globulo; in tal caso egli sarà dell' avviso di Weiss e Hewson, non che di Prevost e Dumas. Se invece il siero circondante abbonda e mostrasi scorrevole, non vedrà che i globetti, come Malpighi, Lewenoeck ed i primi osservatori. Se il globulo si consolida inegualmente e maggiormente al centro, e l' albumina coagulabile o fibrina sia in maggior copia e circondata da altra albumina semifluida e dal principio colorante, ravviserà in ciò il nucleo del globetto che è ammesso da tanti. Ma questo nucleo noi potremo farlo o no apparire a nostro talento, come potremo far apparire diverse altre singolarità che alcuni hanno notato. L' acqua pura discioglie i globuli e li fa scomparire ; l'acqua zuccherata invece non li discioglie, ma fa coagulare la materia fibrinosa: ed ecco un facile processo per far apparire i nuclei opachi dei globuli. Ottenuta cotale coagulazione, l' acqua pura può ancora sciogliere il principio colorante e ridurre il globulo bianco e scolorato. Aggiugnendovi una soluzione di jodio il colore ritorna. L'acido idroclorico ed il nitrico concentrati disciolgono i globuli; allungato che sia l' uno o l' altro acido non iscioglie i globuli, ma cambia la loro figura e li fa gonfiare. Sotto l' ammoniaca i globetti mutan forma, assumono delle ripiegature, de' ringonfiamenti, delle rughe, ed in queste mutazioni si ponno ravvisare le immagini e le figure tutte dei globetti, quali da' singoli autori vennero con tanta discordia rappresentate. Lasciate da parte le illusioni ottiche, inseparabili dal maneggio di strumenti dotati di molta forza d'ingrandimento, noi possiamo conchiudere che tutto quanto si è detto intorno ai globetti del sangue, alla loro grandezza, forma e colore, a parer nostro è appoggiato ad una serie d' illusioni, la prima e più notabile delle quali è quella di considerar per sangue vivo quel sangue che è morto, che non è più sangue, ma una trasformazione sua, col prodotto delle fisico-chimiche influenze ch' esso ha incontrate.

Le nozioni fisiche impertanto fin qui da noi raccolte sul sangue non ispettano che al sangue morto, e non ponno per nulla applicarsi al sangue circolante e vivo. Non ci interniamo per ora nei caratteri diversi che il sangue estratto dal corpo può offrire in riguardo al colore, alla densità, alla cotenna, alla coagulabilità nelle varie malattie, perchè in un apposito articolo ci occuperemo fra poco delle alterazioni del sangue: e volendo ora conchiudere, confesseremo che in quanto al sangue vivo e circolante noi vantiamo assai scarse nozioni fisiche, giacchè, oltre quello che i microscopii ci mostrano nelle membrane trasparenti di alcuni animali, non abbiamo altro mezzo a giudicare del sangue vivente nell' uomo fuorchè osservarlo alla superficie del corpo attraverso la cuticola o l'epitelio,

le tonache dei vasi ed altri tessuti frapposti, nel qual caso quanto al sangue arterioso, i sensi ce lo annunziano pel color roseo più o men vivo che traspare, e pel calore più o men prossimo al naturale che percipiamo, e quanto al sangue venoso, pel color plumbeo, livido o violaceo che si osserva lungo il tragitto d' una vena od in qualche circostanza peculiare alle estremità od a qualche porzione del corpo. Per la qual cosa, a voler acquistare un' idea giusta del sangue, dovremo aver ricorso ai lumi della fisiologia.

II. *Nozioni chimiche sul sangue.*

Affermo di nuovo che la natura del sangue può cercarsi solamente colla face della fisiologia, perchè anche le nozioni chimiche, io posso pur dirlo liberamente, ci hanno lasciato in fallo. Ed in vero dacchè la scienza chimica ebbe suoi veri fondamenti, non v' ha chimico di qualche nome che sull' analisi del sangue non abbia esercitato il suo spirito e l' opera sua; ma una tristissima conseguenza dobbiamo trarre dai lodati e diligenti lavori dei chimici, che cioè non si ha ancora un risultamento concorde, non s' è ancor potuto stabilire la natura dei principii immediati del sangue, non le proporzioni e nemmeno il numero de' principii stessi, e nulla ha per quelli vantaggiato la scienza della vita, nè la dottrina delle infermità. Ed in tanta enorme discrepanza di giudizii, entrano in campo e fra loro combattono nientemeno che i Fourcroy, i Parmentier e i Deyeux, i Vauquelin, i Chevreul, i Thenard, i Margraf, i Brande, i Berzelio, i Prevost e i Dumas, i Proust, i Gmelin, i Marcet, i Traill, gli Home, i Vogel, i Lassaigne, i Thompson, gli Scudamore, i Bostoch, i Stevens, i Davy ed altri molti di celebratissima fama. Ella sarebbe vana pompa di troppo facile erudizione l' entrare in questo luogo ne' dettagli che l' opere di chimica ci somministrano sulle analisi del sangue per farne un esatto confronto. E cotal lungo lavoro non ad altro riuscirebbe che a dimostrare come in tanti quadri numerici delle analisi del sangue due soli non s' incontrino che siano uniformi; che lo stesso autore, allorchè in due epoche espose la propria analisi, egli discorda con sè stesso; che nel sangue dello stesso individuo estratto nello stesso tempo ed analizzato da chimici diversi o dallo stesso chimico in diversi momenti, si ebbero delle notabili differenze; e che nel sangue di diversi individui, in quello di differenti malattie che ai sensi appariva fornito di caratteri distinti analoghi, principii ed analoghe proporzioni si sono dalla analisi riscontrate. Le quali conclusioni, note come esse sono a coloro che in questo argomento approfondarono lo studio, avean già da qualche tempo condotto ad abbandonare qualunque

speranza d'aiuto dalla parte della chimica nella investigazione de' fenomeni vitali. Se non che in tempi più recenti, dopo che fu adottato e promulgato un nuovo cardinale principio di scienza, che è quello di non ispingere nei corpi organici l' analisi fino agli ultimi componenti semplici, ma arrestarsi a quelle sostanze composte che ancora conservano indole e costituzione organica, e considerar queste siccome elementi immediati, molti hanno creduto e credono che un'era affatto nuova alla chimica organica sia stata aperta, e che adesso soltanto siamo entrati nella vera via delle fruttuose ricerche. Parecchi abilissimi chimici si son quindi con somma alacrità posti all'aringo, e non pochi lavori di chimica organica hanno presentato e tuttavia promettono. Accolserli i giornali con gran festa, e con espressioni di soddisfazione e di lode gli magnificarono, predicendo importanti e sempre più luminose applicazioni allo studio dell' uomo sano e malato. Le quali predizioni se siansi avverate o siano per avverarsi, è sentenza che su diversi punti verrà da noi dilucidata in altro tempo. Qui però l'argomento nostro ne costringe ad esaminar brevemente che cosa le nuove basi di chimica organica abbiano dato e promettano di utile intorno al sangue umano. Appigliandosi principalmente alle opere più estese, più applaudite e più recenti, che sono di Denis e Le Canu, protestiamo prima di tutto di prescindere affatto dalla relazione ch'esse aver possono colla medicina legale siccome oggetto estraneo a noi. Non sì tosto ebbi io letto che i lavori chimici dei sopra citati Denis e Le Canu erano alla fine giunti ad una conformità di risultamenti, ed avean cominciato a spargere luce sopra la scienza dell'uomo, corsi avidamente a studiarli. Ma più meditava su quelle opere e manco mi appariva che le speranze e le promesse fatte si verificassero: per la qual cosa ebbi a convincermi che coloro, i quali da quelle s'aspettavano tante utili applicazioni alla fisiologia od dalla patologia, o non le avessero ben ponderate, o fossero illusi dal vivo desiderio di un riuscimento che era ancora troppo lontano dalla realtà. Rilevai prima di tutto che i dati offerti da Denis e quelli di Le Canu non concordano pienamente fra loro, che non concordan fra loro nemmeno i dati del medesimo Denis pubblicati in differenti e non lontane epoche, cioè nelle ricerche sperimentali sul sangue umano stampate nel 1830 (1), nel saggio sull' applicazione della chimica allo studio fisiologico del sangue dell' uomo impresso nel 1838 (2), ed in varie comunicazioni fatte ne' giornali

(1) *Ricerche esperimentali sul sangue umano considerato in istato sano. Parigi*, 1830.

(2) *Saggio sull' applicazion della chimica allo stato fisiologico del sangue umano, ecc. Parigi*, 1838.

nel 1839 (1). Rilevai inoltre che per le diligenti fatiche di questi autori e di Raspail, Stevens, G. Davy ed altri, alcune deduzioni chimiche, che erano generalmente ammesse ed applicate alla medicina, si riconobbero per illusorie e per false. Rilevai infine che la moderna chimica organica un solo grande beneficio può recare alla scienza, che è quello di persuadere e di mostrare l' evidenza di una verità da noi tante volte proclamata, che cioè le leggi della vita non hanno nulla di comune con quelle della chimica, e che male per la via della chimica si spererà giammai di trovar luce intorno ai fenomeni de' corpi viventi.

Se io fossi chiamato a dare conveniente ragione di queste proposizioni, dovrei quanto alla prima riportar qui testualmente i quadri numerici che si trovano nelle sopra citate opere e farne il confronto; ma io penso che quelli, i quali amassero di accertarsene, o dubitassero di quanto ho asserito, potranno e vorranno far simili confronti da sè stessi sulle fonti originali da me indicate.

A provare la seconda proposizione mi basteranno per ora alcuni esempii. Che il sangue venoso abbondasse di gas acido carbonico e fosse scarso d' ossigeno, e nell' arterioso prevalesse questo e mancasse quello, era punto di dottrina universalmente ricevuto, e da questo si spiegava il color rosso vivo del sangue arterioso o rosso cupo del venoso. Ora l'analisi comparativa del sangue venoso ed arterioso non offrì nulla di diverso a Crell (2), a Payaigne (3), a Denis e Piedagnel (4) e ad altri. Il sangue venoso non contiene gas acido carbonico. Lo mostrò G. Davy con accuratissime esperienze (5), e confermollo Denis, provando anzi che il sangue venoso ha la facoltà di assorbire il gas acido carbonico e di ritenerlo nel vuoto (6). Chi adunque ha ottenuto del gas acido carbonico dal sangue non l' ebbe che come prodotto della decomposizione sua o del processo chimico adoperato, in quella maniera che Hermbstaed ottenne e tutti ponno ottenere dal sangue il gas idrogeno solforato, il cianuro di potassio, il cianogene (7) (quel cianogene che dato allo stesso animale, dal cui sangue si ottenne, lo uccide), e l'ammoniaca e tanti altri elementi che sono puri prodotti o delle operazioni chimiche o del naturale processo di putrefazione. Il gas acido carbonico si svolge in molta quantità dal corpo vivente,

(1) *Resoconto ebdomad. delle sedute dell'Accad. delle scienze, n.* 13, *aprile* 1839.
(2) *Giornale di chimica,* 1801, *fasc. V, p.* 415.
(3) *Giornale di chimica medica,* 1825.
(4) *Ricerche sperimentali sul sangue, p.* 253.
(5) *The Edinb. med. and surg. Journ. Aprile* 1828.
(6) *Saggio sull' applicazione della chim., p.* 52.
(7) *Schweig, Giorn.* 1832, 5 *u.* 6 *Heft. p.* 314.

cioè dalla cute, dalle superficie mucose, e specialmente dalle vie respiratorie. Proviene sicuramente dal sangue, ma dal sangue arterioso. Ciò era a tutti noto circa alla cute ed alla mucosa digerente e genitale; e circa la mucosa polmonare l' ho dimostrato io pel primo, correggendo la falsa idea che avevano i fisiologi sulla respirazione, ed insegnando come il vapor acqueo e il gas acido carbonico che si trova nell'aria respirata non deriva dal sangue venoso dell' arteria polmonare, come universalmente è creduto, ma è una vera esalazione delle estremità delle arterie bronchiali, e deriva dal sangue arterioso (1). Se adunque gas acido carbonico libero nel sangue vi potesse essere, dovrebbe essere nel sangue arterioso anzichè nel venoso. Sebbene Le Canu abbia detto che nel sangue arterioso sembra esservi più ossigeno combinato e più ossigeno libero che nel venoso, ciò è però contraddetto dagli altri chimici che non vi trovano ossigeno libero, e quanto all' ossigeno combinato, ognuno sa che la maggiore sua quantità è nell'acqua del siero; ma per attestazione di Le Canu stesso, il sangue venoso offre in generale maggior copia di acqua dell' arterioso; dunque il sangue venoso chimicamente parlando, è più ossigenato dell'arterioso, benchè la fisiologia insegni, che nei polmoni il sangue diventando arterioso, assuma del nuovo ossigeno dall'aria atmosferica. Che se vogliasi appoggiar la prova sul colore del grumo ad ammettere la presenza del carbonio nel sangue venoso, perchè è atro, e quella dell'ossigeno nell' arterioso perchè è rosso vivo, risponderemo che bene strana ed antichimica idea è quella che il gas acido carbonico anneri le sostanze con cui è combinato; e che oggidì egli è tutt'altro che dimostrato doversi il color rutilante del sangue alla presenza dell' ossigeno. Infatti non è altrimenti vero ciò che hanno asserito, che il sangue esposto all' aria atmosferica diventi più rubicondo; al contrario, si fa pel contatto di questa vieppiù cupo e nereggiante. Stevens, Turner e Prater ebbero anzi a sostenere che la materia colorante del sangue è di per sè nera, e tale riesce al contatto dell'aria un sottile strato di coagulo sanguigno che sia spogliato di siero e di sali. Gli acidi l' anneriscono di più, ma immergendolo nel siero arrossa, ed arrossa pure vivacemente coi sali neutri alcalini, coll' idroclorato di soda e collo stesso bicarbonato di soda (2): ciò che esclude assolutamente che l' ossigeno sia causa dell' arrossamento, ed il gas acido carbonico dell' annerimento. Che il color rosso sia dovuto alla presenza del ferro non si ammette ormai più, dacchè Berzelio mostrò che lo stesso metallo

(1) *Farmacologia, t. III, p.* 11.

(2) *The Edinb. med. and surg. Journ. Jan.* 1833.

si trova pure nella linfa e nel chilo, che sono bianchi, e che nel sangue è in istato metallico e combinato, com' egli saggiamente dice, organicamente. Anche Scudamore si è convinto che il ferro nel sangue non è in istato di ossido, nè in quello di sale da poter apparire sotto nessun chimico reagente. Il ferro infatti non precipita dal sangue, nè cangia colore per l' influenza dell'acido gallico, dell' infusione di noce di galla, del prussiato di potassa. La materia colorante del sangue resiste agli alcali, all'ammoniaca, alle soluzioni d'allume, di noce di galla: si altera cogli acidi nitrico, solforico, idroclorico, coll'aria stessa, colla luce, e si putrefa (1). Si venne perciò a riguardare il principio colorante come sostanza *sui generis*, sotto nome di ematosina o di cruorina. Le Canu avea creduto distinguere in essa due sostanze, all' una delle quali diede il nome di globulina, ma più tardi ritirò la sua idea. Alla ematosina, secondo il sentimento di Raspail, non si può dare nessuna maggiore importanza fisiologica di quella che si dà alle altre sostanze coloranti sì animali che vegetabili. Ed, in vero, fuori del sangue, nessun tessuto vivente la contiene, poichè gli stessi muscoli appunto son rossi pel copioso sangue da cui sono irrorati. Non si saprebbe adunque assegnare ad essa un ufficio speciale nell' organismo. Tuttavia la chimica la più raffinata non vale a comporre menomamente l'ematosina, che è un prodotto esclusivo del processo vitale. Non sa la chimica additarci neppure come abbia origine e con quali elementi si formi negli animali erbivori, per esempio, che pur producono sì gran copia di ematosina e non assumono in sè nulla che possa contenerla; come essa appaja la prima volta nell' uovo degli uccelli dopo la fecondazione e l' incubazione al formarsi del pulcino.

Un altro principio di chimica applicata allo studio dell' uomo tenevasi per inconcusso, ed è che la quantità di fibrina nel sangue fosse misura della sua energia vitale o di quella dell' individuo, onde essa costantemente preponderasse nei robusti, nei pletorici, e specialmente in quelli che sono sotto ad una vera infiammazione, nei quali la fibrina si crede abbondare e soverchiare in guisa da costituire il noto fenomeno della cotenna; laddove nei soggetti deboli, non adulti o colpiti da malattie di languore, il sangue fosse povero di fibrina. La chimica moderna atterrò anche siffatto principio. Già Denis nelle sue prime ricerche aveva trovata assai poco variabile la proporzione della fibrina nel sangue d' individui posti in differentissime ed opposte condizioni, che era circa 25 centesimi di cento parti; ma, quel che più monta, le differenze ch'egli notò erano quasi sempre

(1) *Raspail, Nuovo sistema di chim. organica, Parigi*, 1838, *t. III, p.* 236.

a scapito ed a rovescio dello stabilito principio. Ed, in vero, nel sangue di un sano caduto sul pavimento, ed immediatamente salassato per precauzione, egli trovò nell'esperienza quarta 40 centesimi di fibrina (1); in un altro uom sano nell' esperienza 59.ª trovò pure 40 centesimi (2); in un terzo centesimi 35 nell' esperienza 60.ª (3); nell' esperienza 48.ª in una donna debole che si cibava di solo vitto vegetabile e beveva acqua trovò 31 centesimi di fibrina (4): mentre nel sangue con cotenna dell' esperienza 67.ª non riscontrò che 20 centesimi di fibrina (5), ed in quello cotennosissimo della esperienza 71.ª ne riscontrò soli 21 centesimi (6), che è circa la metà della fibrina rilevata presso l' uomo sano. Ma se ciò non bastasse, una importante scoperta della chimica moderna è venuta a sconcertare le deduzioni tutte dei medici intorno alla fibrina; imperocchè, secondo che era stato presentito da Berzelio (7), Raspail (8), Denis (9) e Polli (10), hanno cogli esperimenti posto fuor di dubbio che la fibrina e l' albumina sono una sostanza stessa, non diversificando se non perciò che l' albumina è tenuta in dissoluzione nell'acqua per l' intervento di alcuni sali, mentre la fibrina per la mancanza di questi rimane indisciolta e si solidifica. Così la fibrina puossi a volontà rendere allo stato d'albumina sciolta col mezzo di convenienti proporzioni di nitrato di potassa, di solfato di soda e di potassa, e di cloruro di sodio in soluzioni lunghissime, come l' albumina sciolta riducesi a fibrina, che è quanto dire, ad albumina coagulabile spogliandola dai sopraddetti sali. L' albumina pura infatti fuori del corpo vivente è di sua natura insolubile nell' acqua, e quando è sciolta nel siero ciò è semplicemente per l' influenza dei sali che contiene. Pei lavori impertanto dei più recenti chimici noi abbiamo perduto un elemento organico che con tanta soddisfazione si faceva giuocare negli argomenti sì fisiologici che patologici: e tutte le spiegazioni che con esso si davano, tutte le verità che sovr'esso si stabilivano passano nella categoria dei sogni e degli errori. Non si dovrà ormai più parlar di fibrina, di quel principio

(1) *Ricer. sperimentali, p* 133.
(2) *Opere, cit., p.* 226.
(3) *Ivi, p.* 229.
(4) *Op. cit., p.* 207.
(5) *Ivi, p.* 242.
(6) *Ivi, p.* 247.
(7) *Trattato di chimica, t. VII, p.* 73.
(8) *Nuovo sist. di chimica organica, t. III, p.* 244.
(9) *Saggio sull'applic. della chim., p.* 69. — *Resoconto ebdom. delle sedute dell'Accad. delle scienze, n.* 13, *aprile* 1839.
(10) *Annali univers. di Med., aprile* 1839, *p.* 25.

sommamente vitale, la cui presenza reputavasi essenzialissima nel tessuto muscolare, ed unicamente per la cui mancanza si negava da molti alle arterie la contrattilità. Non si parlerà ormai più che di albumina o sciolta o coagulata e dei sali che la costituiscono nel primo o nel secondo stato. Se si domandi poi com' esse cambino di proporzione nei varii individui e nelle varie malattie, apprenderemo da Denis che sommate le quantità di albumina sciolta e di albumina coagulabile, le proporzioni sono presso a poco costanti, sicchè nello stesso sangue cotennoso ed infiammato più v'ha di fibrina o albumina coagulata nella cotenna, meno v' ha d' albumina sciolta nel siero (1); per lo che la differenza sta nella quantità dei sali e principalmente, come vuole Denis, nel cloruro di sodio. Ma nel distruggere una falsa idea in quanto alla fibrina è essa poi la moderna chimica penetrata meglio nel mistero, ha essa poi sostituito principii più certi e di una applicazione più utile e più giusta alla scienza della vita? Secondo Denis, il cloruro di sodio sosterrebbe una gran parte nella composizione del sangue, e spiega egli da ciò la generale avidità dei cibi salati. La scarsezza del cloruro di sodio e degli altri sali renderebbe, secondo lui, coagulata la albumina o tutta od in parte nei vasi; la sovrabbondanza di questi renderebbe il sangue incoagulabile, ed impedirebbe fors'anco la formazione dei globetti. Riflettendo alcun poco sopra siffatte conclusioni, si vede troppo agevolmente la loro insussistenza. L' idea che i sibi salati siano naturalmente richiesti da un bisogno relativo alla crasi del sangue è più speciosa che vera, imperocchè non tutti gli animali che pur vanno sotto le notate condizioni del sangue, nè richiedono, nè usano le sostanze salate, e l'uomo stesso non le userebbe se cibasse prodotti semplici e naturali, e non cercasse di solleticare il proprio gusto, anzichè regolare la composizione del proprio sangue. L'altra idea di Denis che il difetto di sali lasci rappigliare il sangue nei vasi, ed il loro eccesso lo tenga prosciolto, è affatto falsa, ed egli stesso ci porge gli argomenti per dimostrarlo. La fibrina ovvero l'albumina coagulabile, cui usavamo dar il nome di fibrina, finchè è nel sangue circolante è in istato liquido, e ce lo assicura anche Denis. Nel sangue estratto da un individuo che sia sotto ad una infiammazione si presenta essa a gala in forma liquida e di color grigiastro prima della coagulazione del grumo. Raccolta leggermente con un vetro d'orologio e traveduta alla luce, è trasparente. Poco dopo vedesi intorbidarsi ed offrire un aspetto di globuli. Più tardi questi globuli rappresentano delle striscie, ed infine il tutto si solidifica sotto forma di membrana, la quale consta di albumina coagulata o fibrina. Tutto questo può osservarsi da chiunque, e ce lo attesta anche

(1) *Saggio sull' applicazione*, *p.* 100.

Denis (1). Non v' ha dubbio, egli aggiunge, che il solidamento è dovuto precisamente alla mancanza di sali nella massa del sangue, e l'analisi chimica lo conferma. Ora la mancanza di questi sali sussisteva nel sangue anche prima d' estrarlo. Onde è egli che la fibrina circolando mantenevasi tuttavia liquida e non si rapprendeva ? Sarà quindi giuoco forza conchiudere che nel sangue circolante non sono i sali che tengono sciolta l'albumina, e che a far questo v' ha un'altra causa ignota ai chimici, che è l'azione degli organi circolatorii e il magisterio della vita. Sebbene l' antico sperimento per cui colla verghettazione del sangue estratto si ottengono aderenti alle verghe dei filamenti di fibrina od albumina coagulata anche nel sangue non cotennoso e debitamente carico di sali, sembrerebbe opporsi all' idea dei chimici che la presenza o mancanza dei sali influisca essa sola a dare all' albumina la forma solida o liquida ; io son però disposto a convenire coi chimici stessi finchè si parla di sangue sottratto all' influenza vitale e di sangue morto : ma reputerò immenso errore il voler tradurre siffatta teorica al sangue vivo e circolante nel corpo, entrando colle pretensioni della chimica negli inaccessibili dominii delle azioni vitali.

La proporzione maggiore o minore del siero o della parte acquosa del sangue estratto e lasciato convenientemente in riposo reputavasi da molti un criterio attendibile e certo per giudicare lo stato del sangue e quello dell' individuo a cui aveva appartenuto. Per la qual cosa se la poca quantità di siero aveasi per indizio di cresciuta plasticità ed energia del sangue e di vigoria o stato di eccitazione aumentata nel soggetto, per lo contrario la copiosa separazione di parte liquida dovea denotare sfibramento nel sangue e languidezza e frigidità nella persona. Se badiamo ai dati di Le Canu e Denis poche differenze di proporzione nell' acqua del sangue sarebbero risultate dalle loro analisi ; poichè al primo non variò la proporzione che da 778 ad 853 in mille parti, ed al secondo da 732 ad 848, ciò che in gran numero di esperienze non costituisce diversità di grande rilievo. Se però ci riportiamo ai nostri occhi e ci appelliamo ai chirurghi che ebbero a praticare frequenti flebotomie, potremo sostenere che infatti le differenze di quantità di liquido acquoso nei salassi sono alcune volte grandissime ; e poniamo pure che quando il sangue si mostra tutto solido e non dà goccia di separazione acquosa contenga del liquido negli interstizii del grumo, questo sarà pur sempre poca cosa in confronto dall' acqua abbondantissima di alcuni salassi, nei quali il crassamento, avvegnachè molto compatto, non supera talvolta la mole di una grossa

(1) *Saggio sull' applicazione*, cc., *p.* 298.

noce. Ciò che importa di notare a questo riguardo si è che lungi dal denotare uno stato di languore e di atonia, la soprabbondanza di acqua nel sangue accompagna per lo più la condizione infiammatoria e va di concerto colla fermezza e profondità della cotenna. Tutti i pratici che hanno posto o porranno attenzione a questo fatto nel trattamento delle infiammazioni me ne faranno senza dubbio la più ampia testimonianza. Non intendiamo perciò di stabilire che la preponderanza dell'acqua nel sangue sia così legata collo stato flogistico da poterlo denunziare colla sua presenza, imperocchè sappiamo in quella vece che la varia proporzione dell'acqua nel sangue dipende da un altro principio e precisamente dal fluido acquoso che nell'organismo per le ordinarie vie fu direttamente introdotto, oppure per sospese evacuazioni fu trattenuto. Dietro a ciò la quantità di siero si può, non solamente prognosticare in un salasso che si avesse prescritto, ma si può eziandio far o no apparire in molti casi a proprio talento. Nè ciò io affermo se non perchè in quattro lustri di privato esercizio medico ed in quattro anni di pubblica clinica ho potuto verificarlo, predicendo costantemente al cospetto dei miei allievi nei salassi da praticarsi quando si sarebbe e quando non si sarebbe ottenuto abbondante lo siero. Ove tu abbia infatti a salassare un individuo che abbia presentato copiose orine, abbia sostenuto profusi sudori od altre abbondanti evacuazioni liquide, e da lungo tempo non abbia preso bevande, puoi annunziare a man salva che il sangue si rapprenderà tutto; e poco o nulla di siero si spremerà dal grumo: mentre potrai senza tema di errore presagire poco crassamento e molto siero, ove tu sappia che l'individuo sia testè uscito da un bagno tepido o freddo, abbia tracannato molta bevanda acquosa, ove tu vegga che egli sia febbricitante e sitibondo, abbia la pelle secca e da lungo tempo le orine scarse o sospese. Or questo ultimo è appunto il caso ordinario dello stato flogistico; per cui si vede come la quantità di siero possa andare in ragguaglio diretto colla cotenna del sangue e collo stato d'infiammazione. Non si deve obbliare però un'altra circostanza, che è acconcissima ad aumentare la copia del siero nel sangue che si evacua, cioè la ripetizione delle flebotomie in quelle malattie nelle quali si portano a gran numero. Avviene allora che le successive estrazioni danno sempre più scarso il crassamento e vieppiù abbondante il siero. In questo caso il fenomeno si spiega per l'accaduto impoverimento della sostanza sanguigna che non ha tempo sufficiente a ripararsi e pel cresciuto assorbimento di particelle acquose, concorrendo altresì le sunnotate circostanze delle larghe bevande e delle soppresse evacuazioni. Poste le quali cose, sarà a noi permesso dichiarare del tutto insussistenti le deduzioni pratiche

di Le Canu, di Denis e di molti altri, per le quali pretendesi che la quantità ed il numero dei globetti sanguigni solidi rappresenti il grado di energia vitale. La quantità di globetti in un dato salasso che si sia praticato è di necessità in ragione inversa della quantità dell'acqua, e se per quel che abbiam detto questa varia per le accennate accidentali cagioni, egli è chiaro che anche il numero dei globetti dovrà seguire in proporzioni inverse la stessa norma accidentale. Non è quindi maraviglia se nel calcolo del numero dei globetti sanguigni siano i chimici così fra loro discordi, e se Denis stesso nelle prime sue ricerche abbia trovato differenza dall' 1 : 94 al 16,78 sopra cento, e nelle seconde ricerche relativamente ad individui sani abbia variato nella proporzione dal 48 al 74 sopra mille parti.

La composizione del sangue estratto di recente dai vasi risulta, secondo i chimici moderni, essenzialmente costituita da albumina, da ematosina, da acqua e da sali; come cloruro di sodio, solfati di soda e di potassa, fosfati di soda e di calce, calce e magnesia e soda e ferro, acidi oleico, margarico. Questi principii si trovano del sangue, o, per meglio dire, si ottengono dal sangue costantemente. Alcuni altri vennero avvisati da alcuni chimici, ma da altri o non confermati o contraddetti. Home, per esempio, credette di trovare nel sangue la gelatina, altri vi notarono l' osmazoma, altri delle materie grasse, della serolina, della cerebrina, della caseina, della salvina, ec. Ma Raspail molto giustamente ci ammonisce che queste diversità sono puramente il prodotto dei varii processi chimici impiegati. Trattando il sangue con un acido od un alcali, la materia grassa si troverà unita all'albumina, e si avrà per residuo una mescolanza che non avrà più uno solo dei caratteri distintivi delle due sostanze. Ora la materia stessa apparirà senza colore, ora impregnata di materia colorante, ora libera di sali ammoniacali, ora combinata al fosfato d'ammoniaca, e quindi si considererà come fosforata; ora sarà oleaginosa, ora grassa e sempre varia. Ciò che l'uno chiamerà grasso, l'altro lo dirà sapone se l'ottien combinato coll'ammoniaca e la potassa, oppure serolina, colesterina secondo che la manipolazione ne avrà alterato più o meno la solubilità. Ciò che l'uno riguarderà come principio estrattivo, l'altro lo dirà osmazoma o gelatina; e lo stesso sangue tra le mani di venti chimici fornirà risultamenti analitici tali da poter credere, chi non ne è conscio, che appartenessero a venti specie diverse di sangue (1). Che sotto diversi processi chimici una sostanza organica possa trasformarsi in molte altre, è un fatto noto per infinite prove. La gelatina od il glutine è un prodotto della cottura delle sostanze animali.

(1) *Nuovo sistema di chimica organica, t. III, p. 242.*

Spogliata che ebbe la carne di tutto il suo glutine sì che più non se ne potesse ricavare col mezzo della cottura, misela Berthollet a putrefare nell'aria chiusa, e sviluppando del gas acido carbonico acquistò essa attitudine a dare indefinitamente nuova gelatina. Chi negherà adunque non essere essa un prodotto delle operazioni impiegate? Così le sostanze animali molli si convertono per l' intiero in stearina, in adipocera, e basta perciò lasciarle a lungo immerse nell'acqua corrente. Vedeva, a parer nostro, bene addentro nella cosa Berzelio quando sosteneva che la fibrina, l' albumina, l' ematosina potessero essere semplici modificazioni della stessa sostanza animale. La sua previsione s' è già verificata in quanto alla fibrina, e non dovrebbero tardare i moderni a consentire con quel gran chimico anche sul resto.

Se non che quando io penso che dal sangue dello stesso salasso esaminato in diversi momenti il chimico ottiene principii diversi a ciascun esame; che Davy dalle differenti porzioni di sangue dello stesso salasso e nello stesso tempo, ebbe apparenze e risultati dissimili (1); che Denis ricevendo dal medesimo salasso il sangue in diversi vasi e cambiando la temperatura dell' ambiente trovò differenze notabili nelle proporzioni reali dei componenti (2); che d'ora in ora e di momento in momento il sangue estratto sotto l' influenza della luce, del calorico, delle elettricità e dell'aria, cambia aspetto ed assume principii diversi, e diversi ne emana fino a dissolversi tutto in corruzione: quando io penso a tutto ciò, io sono trascinato ad una conclusione che non piacerà punto ai chimici, ma che non cesserà per questo di esser ragionevole e fondata, laonde non temo di esporla. La chimica non c' insegna quali siano i veri elementi costitutivi del sangue. Quei principii che essa ci offre per tali, la stessa albumina, l' ematosina, il siero ed i sali, non sono altro che prodotti del processo chimico o dei cambiamenti spontanei ai quali va iucontro il sangue per le influenze fisico-chimiche esteriori. Finchè scorre nell' organismo vivo, il sangue è un fluido omogeneo che non presenta più i caratteri dell'acqua che quelli del cruore, non mostra più albumina coagulata che sciolta, non più ematosina che grasso, non più questo che quel sale, non più acido che un alcali libero. Perchè l' una o l' altra di queste sostanze ci venga coi suoi caratteri sotto alla vista, è necessario prima di tutto che il sangue sia tolto all' influenza vitale ed in una parola sia morto. Non trattasi più allora di sangue, ma di un altro fluido che diversifica dal primo come la vita diversifica dalla morte. Il coagulamento e la separazione del siero e del cruore

(1) *The Edimb. med and surg. Journ, octob.* 1828.

(2) *Saggio sull' applicazione, ec., p.* 181.

e nel sangue il primo prodotto, il primo segno visibile della sua morte. Si ha un bel dire che il moto ed il calore sono quelli che nella macchina animale tengono indecomposto e scorrevole il sangue; ma in quella vece fuor dai vasi il moto colla verghettazione rappiglia e separa l'albumina coagulabile o fibrina, ed il calorico esterno, che sia al grado della temperatura animale o superiore, coagula non solo il grumo, ma lo stesso siero. Vano è cercare nelle leggi fisiche o chimiche la spiegazione di quei fenomeni la cui essenza appunto sta nel sottraersi interamente a queste leggi per seguir le leggi della vita, o, come noi sogliam dire per convenzione, dinamiche. Potrà ben dirci il chimico che il sangue morto sotto certe circostanze somministra e si trasforma in albumina, in ematosina, ec. ma non potrà sostenere che l'albumina, l'ematosina, ec., costituiscono il sangue vivo, poichè con questi principii egli non sa comporlo, e poichè egli non ha mai analizzato e non analizzerà mai il sangue vivo.

Chi volesse d' altra parte cercare la composizione del sangue per la via chimica indirizzando le indagini non sul sangue stesso, ma sui materiali primi, come aria atmosferica, cibi, bevande ed altre sostanze applicate che devono entrare nel corpo a formarlo coll' aiuto del laboratorio vitale troverebbe ancor più ampia dimostrazione dell' impotenza della chimica a questo riguardo. Imperocchè se ei dicesse che l' animale carnivoro alimenta l' albumina e l' ematosina del proprio sangue coll' albumina e coll' ematosina delle carni onde si pasce, troverebbe uno scoglio insormontabile a spiegare onde traggano l' albumina e l' ematosina tanti altri animali che in grande quantità ne forniscono cibandosi di sostanze che non ne contengono. E per poco che si conosca di fisiologia vedrebbe che l' albumina stessa, la fibrina, l' ematosina prima di entrar nel sangue cessano d' essere quello che erano e si convertono in chilo od in linfa. E per poco che estendesse le sue medesime chimiche ricerche riscontrerebbe ciò che Parmentier e Deyeux e tutti gli altri chimici hanno riscontrato non variar mai il sangue di principii pel variar degli alimenti. Rileverebbe altresì importantissimo fatto da' più grandi chimici in ogni tempo riconosciuto, che le stesse sostanze minerali, come il nitro, il prussiato di ferro, il mercurio, l' arsenico, sì facili in generale a scoprirsi co' chimici reagenti, nel sangue non si trovano neppur dopo che furono introdotte ed assorbite, mentre dal sangue stesso per le escrezioni si separano; e non si trova nel sangue venoso l' acido ossalico neppur dopo che nelle vene stesse erasi injettato. Su questi fatti abbiamo parlato più diffusamente in alcuni luoghi della Farmacologia, e fu forse su questi e sopra altri di simil natura che un profondo filosofo sentenziò il sangue vivente esser

capace di sottrarre una sostanza metallica ai reattivi chimici i più energici, formandole come un inviluppo tale per cui non si trovano più nel sangue le sostanze che vi furono injettate (1). Egli è vero adunque che, qualunque via essa tenti, la chimica è inetta a penetrare nel secreto de' corpi viventi, che le sue deduzioni sono di continuo in contraddizione col fatto, e che a formarci se non un' idea chiara, almeno un' idea che non sia falsa, è uopo abbandonare la chimica e darsi in braccio alla fisiologia.

Quanto si disse fin qui è relativo al vero sangue, sia venoso, sia arterioso, e non può applicarsi a quell' altro fluido che abbiam distinto col nome di mesenterico, ed è quello che raccogliesi in tutte quelle vene dell' addome, le quali influiscono nel sistema della vena porta. Questo fluido si distingue sommamente dal sangue e pei caratteri fisici, come abbiamo veduto, e pei risultamenti chimici che si sono in varii tempi ottenuti. Non sempre infatti il materiale della vena porta ha dato all' analisi l' albumina, l' acqua, l' ematosina ed i consueti sali, che talvolta o l' uno o l' altro di questi principii mancò, e più spesso ve n' hanno di nuovi che nel sangue circolante negli altri vasi non furono mai rinvenuti. Sono essi principii resinosi, l' adipocera, la cholesterina, l' olio, sostanze coloranti, sostanze minerali diverse e non di rado precisamente que' rimedii e quei veleni che si erano per la bocca introdotti. Abbiamo in altre occasioni citate belle osservazioni di tal genere di Tiedemann e Gmelin, di Magendie, di Delille, di Westrumb, di Flandrin, di Krimer, di Segalas, della Società medica di Filadelfia, di Lawrence, di Contes; ed altre ne esistono in gran numero. Abbiamo anco tratto partito da esse e da un altro fatto importantissimo che emerse dalle medesime osservazioni (di non trovar, cioè, le stesse sostanze della vena porta nelle altre vene e neppur nella cava in cui il sangue della vena porta deve passare) per dilucidare la nostra dottrina dell' assimilazione organica e per avvalorare la nostra teoria sulla funzione del fegato e sull' assorbimento intestinale. Non ci stenderemo ora su questi argomenti già toccati nella Farmacologia e da svilupparsi più acconciamente nella Fisiologia che fra poco si pubblicherà. Rammenteremo soltanto che per noi il sistema della vena porta non appartiene veramente al sistema circolatorio, ma all'assorbente; che l'umor contenuto non è sangue, ma un umore ancor lontano dall' organica assimilazione; che il fegato è organo escretore per torre all' umore della vena porta e trattener nella bile que' principii che non sono idonei ad essere assimilati; e che l' assimilazione vera e perfetta è quella che toglie

(1) *Raspail, Nuovo sistema di chimica organica cit.*

per un dato tempo alle sostanze introdotte la loro costituzione per ridurle a sostanza organica e fissarle alla macchina, oppure nuovamente disassimilarle e, ridotte più o meno sotto l' antica loro forma, espellerle per la via delle orine o delle esalazioni. Ciò posto l' umore della vena porta o sangue meseraico può essere in parte ancora sotto il dominio della chimica. E di questo fatto, del quale ho dato contezza al pubblico fino dal 1836 (1), e d' un altro relativo ai reni ed all' orina del quale ho scritto fino dal 1834 (2), non so perchè i medici legali e i tossicologi chimici non abbiano fin qui tratto profitto per indagare nel sangue della vena porta, nel fegato, nella cistifellea e nell' orina, le traccie del veleno nei sospetti di venefizio; che ben meglio, a parer mio, e più sicuramente in queste parti si potrebbero rinvenire che in tutto il resto del corpo. E non credo lontano dal vero il presumere che col metodo d' indagine recentemente proposto da Orfila (sia cuocendo come prima aveva insegnato, sia carbonizzando tutto il cadavere come in seguito opinò) per ciò solo possano ottenersi traccie di veleno, perchè son comprese le sopra notate parti, le quali se venissero escluse o nessuna traccia se ne otterrebbe o quelle pochissime soltanto che ponno esser passate nelle esalazioni sierose. Invito adunque i chimici giuristi ad occuparsi di proposito per verificare siffatta mia deduzione, ciò che essi potranno assai agevolmente collo attossicare con una sostanza metallica degli animali e sottoporre a separata analisi da una parte il sangue della porta, il fegato, la cistifellea e l' orina, e dall' altra il sangue degli altri vasi o le carni, per vedere, come io penso, se nel primo caso si trovino quelle orme dell' adoperato veleno, le quali nel secondo caso non si riscontrano.

Ma rientrando dopo questa digressione nell' argomento del sangue propriamente detto, se ci siamo convinti che la chimica non è di nessun aiuto per l' investigazione del sangue che sia normalmente nella sua crasi costituito, si domanda ora che cosa potrem noi aspettarci da essa per conoscere il sangue che sia alterato dalle multiformi malattie? Tocchiamo ora un argomento assai vasto ed intralciato, ma speriamo di poterlo semplificare e condurlo con brevità a quella maggiore evidenza o di soluzione che può dalle attuali cognizioni venire concessa. Ciò per altro sarà in uno de' susseguenti capitoli ove ragioneremo sulla patalogia del sangue. Per dir intanto su quel che spetta alla chimica del sangue morboso, a quanto più indietro si espose e sul sangue poco ossigenato e sul molto ossigenato e sul sangue fibrinoso e cotennoso e sul sangue sfibrato o

(1) *Farmacologia, t. IV, p.* 5.
(2) *Ivi, t. II, p.* 66 *e p.* 219.

sciolto e sul sangue ricco di globuli e sul sangue sieroso ed acquoso, aggiungeremo alcuni altri fatti che la moderna chimica ha posto in luce. Nel sangue stesso estratto da individui scorbutici e nelle affezioni tifoidee Parmentier e Deyeux non hanno trovato nulla di particolare che lo facesse scostar punto dal sangue d' un individuo sano e robusto. Il sangue sciolto e poco coagulabile che molti e Le Canu stesso più per teoretico principio che per induzione retta dai fatti vorrebbero proprio delle febbri tifoidee, non si è osservato da Denis che in circa trecento malati di simili febbri da lui esaminati coll' analisi (1). Nessun principio straniero ebbe a rilevare lo stesso Denis nel sangue degli itterici e trovollo in quella vece fortemente cotennoso (2). Nessun diverso principio ha il sangue cotennoso paragonato col sano, e lo vedemmo più indietro. Sottoposto da Le Canu all' analisi il sangue di uno affetto da diabete zuccherino non vi scoprì nessuna traccia di zucchero. Il sangue nero piceo dei colpiti da colera morbo investigato da diversi chimici, dagli stessi Le Canu e Denis, a quanto essi affermano, non contien nulla che non sia nel sangue sano e contien tutto quello che è nel sangue sano, colla sola differenza della minor quantità di acqua e della maggiore quantità dei globuli. (3). Io giudico sia al tutto vana opera accumular altri fatti di simil tempra, essendo questi più che sufficienti a convincere chiunque ha fior di senno che la chimica è inetta a farci discernere le alterazioni morbose del sangue, appunto perchè non ci dà i componenti il sangue, ma i prodotti suoi; che chi si appagasse delle deduzioni chimiche sarebbe condotto senza più a sentenziar eguale il sangue di un' arterite, quello di una flebite, quello d' un uomo sano; a ritenere composto degli stessi principii e della identica natura il sangue cotennoso e il non cotennoso, il sangue dell' itterico, quello dello scorbutico, quello del coleroso, mentre la stessa più grossolana ispezione dell' occhio ci certifica in molte di queste varietà di sangue le più visibili e palpabili differenze. Concludiamo adunque infine ancora una volta ciò che sì spesso andiamo ripetendo, che ove è vita la chimica inorganica e quella stessa che dicesi organica non può metter piede, e chi per veder più addentro ne' fenomeni vitali ad essa si affida e de' suoi mezzi si aiuta, è come colui che per veder più lontano si armasse gli occhi di un corpo opaco che gli togliesse la vista anche degli oggetti vicini.

(1) *Saggio sull' applicazione, ec.*, *p.* 300
(2) *Op. cit.*, *p.* 309.
(3) *Opera cit.*, *p.* 314.

III. *Nozioni fisiologiche sul sangue.*

Batteremo adunque ormai la sola via che ci resta a prender nozioni sul sangue, che è quella della fisiologia, esaminandolo nelle fonti onde procede, negli ufficii che adempie, e nel modo con cui si impiega e si consuma.

Tre principali funzioni dell' economia animale sono incessantemente occupate a fornir sangue e ad accrescerne la massa; la digestione, cioè, l' assorbimento e la respirazione. Tutto ciò che noi estraiamo dai cibi e dalle bevande per mezzo di quel complicato apparecchio che ha sede nel basso ventre, tutto ciò che i vasi linfatici, sparsi in infinito numero per tutte le parti del corpo, assorbono e dall'esterno per la cute e dall'interno degli stessi visceri e dalle varie parti organiche, e per fino dai prodotti morbosi che si fanno nell'organismo, tutto ciò finalmente che noi riceviamo dall'aria atmosferica pel meccanismo della respirazione, tutto adunasi entro di noi per somministrare nuova materia al sangue. Nel giungere questi elementi ne' canali sanguigni incontrano ad ogni passo nuove mutazioni e trasformazioni per le diverse vie che percorrono. I vasi linfatici della cute e delle altre superficie, ricevute che abbiano le sostanze gazose o liquide o comunque rese tenui entro il loro seno, coll' aiuto delle glandole conglobate, le convertono in una sostanza nuova, che è la linfa, la quale non ha più i caratteri che alle sostanze introdotte appartenevano, ma ne assume di proprii e specifici di organica e vital pertinenza. Ignoriamo come veramente ciò avvenga: ma non potendo essere che per l' una o l' altra di queste tre maniere, cioè che gli stessi principii entrino sotto nuove combinazioni per effetto di nuove affinità, o che di questi principii assorbiti alcuni rimangano e si stacchino e si perdano lunghesso i vasi linfatici e le glandole, o che invece nuovi principii nei già assorbiti s' introducano a dare al composto quella nuova apparenza e natura, dobbiamo di necessità escludere il primo supposto, perchè non ispiegherebbe il fenomeno ed avrebbe esso stesso bisogno di spiegazione; anche il secondo, a maggior ragione, è escluso, perchè i vasi linfatici e le glandole conglobate non hanno emuntorii ed attorno di esse non si trovano le sostanze che dovrebbero esserne uscite. Rimane la terza idea, che, cioè, le sostanze assorbite ne' linfatici e nelle glandole conglobate per convertirsi in linfa acquistino nuovi elementi organici provenienti dai linfatici stessi e dalle glandole; ad adottar la quale sentenza ci aiuta il sapere che questi tessuti sono essi pure forniti di arteriuzze e godono nella loro interna

membrana della facoltà di esalazione. Comunque ciò sia però, la linfa, la quale più che s' inoltra nei canali linfatici più si perfeziona, non è ancora vero sangue, e come tale o per le comunicazioni dirette che i linfatici hanno colle vene o per quelle che le vene hanno colle glandole conglobate, essa s' introduce nei canali venosi e nuovo materiale si mescola e si identifica col sangue venoso. Con processo analogo corre l'introduzione degli alimenti per la via del tubo gastro-enterico; poichè, lasciando a parte i varii atti della digestione, che ad altro non tendono fuorchè a preparare le materie ingollate per renderle idonee ad essere assorbite da que' vasi linfatici dell' addome che ebbero il nome di chiliferi, anche in queste e nelle rispettive loro glandole l' umor introdotto (meno quello che deve passare per la vena porta e pel fegato) per lo stesso magistero s' incammina ad organizzarsi ed animalizzarsi sempre più per internarsi nel torrente venoso. Paragonando la linfa ed il chilo col sangue venoso una grande differenza di aspetto fra i due fluidi salta agli occhi di ognuno, e riflettendo alla gran massa e di linfa e di chilo che da tutte le parti e di continuo nelle vene si versa, si fa palese che il colore rosso cupo e le altre note speciali del sangue venoso dalla linfa e dal chilo non s' acquistano per un semplice mescolamento, ma per una successiva elaborazione che sostengono nelle vene dovuta all' attività vitale di questi vasi. Nè altra funzione mostrano di compiere nell' animale economia le vene fuori di quella di portare il sangue al cuore e convertire nello stesso tempo la linfa ed il chilo in sangue venoso, compartendo al fluido che le percorre quell'omogenea crasi che è richiesta. La somma influenza delle vene nella composizione e fabbricazione del sangue è riconosciuta dalla moderna fisiologia ond' essa accorda esclusivamente all' albero venoso l' opera della sanguificazione. A condurre ad effetto cotale misteriosa opera ha parte, senza alcun dubbio, il concorso del sangue residuo che dalle estremità arteriose comunicanti passa nelle vene, ma una parte assai maggiore è dovuta ai principii che le vene intromettono, esalandoli dalle loro interne pareti nel fluido che esse tragittano. Il sangue venoso impertanto altro non è che un prodotto organico e vitale dei vasi linfatici, delle glandole conglobate e da ultimo delle vene. Nell' economia animale però il sangue venoso non ha ancora attinto il sommo di sua perfezione organica, e quindi non ha ancora alcun ufficio suo proprio se non è quello di eccitare le vene a portarlo al cuor destro e di eccitare il cuor destro a spingerlo ai polmoni; ed è in questi organi che la fabbrica dell'umor sanguigno si compie. Diventa cioè sangue arterioso mercè la giunta di un nuovo assorbimento che l'interna superficie polmonare esercita sull'aria inspirata

a spese principalmente del suo ossigeno. Noi non diremo che per tal mezzo il sangue venga semplicemente ossidato, giacchè sappiamo che l' ossigeno stesso per immedesimarsi col sangue deve, per dir così, venir anch' esso digerito e subire affatto nuove trasformazioni. Fatto sta che a tal punto l'umor circolante è perfetto, ha raggiunto il più alto grado di sua nobiltà, ed è capace degli ufficii i più importanti nell'esercizio della vita.

Il primo ufficio del sangue arterioso quello è di invitar col suo stimolo e le vene polmonari e il seno ed il ventricolo sinistro del cuore e l' aorta e gl' infiniti suoi rami a quegli alternati movimenti pei quali viene distribuito a tutte quante sono le parti del corpo, ove debitamente le inturgidisce e colora ed equamente le riscalda, sì che la temperatura animale ove è sangue circolante si sottragga alle leggi fisiche degli equilibri e degli squilibri del calorico esteriore, e si mantenga invariata a quella scala di gradazione che fuor della vita coagulerebbe alcune parti e il sangue stesso, e disciorrebbe e struggerebbe altre parti animali. Altri ufficii essenzialissimi del sangue arterioso sono poi quelli nei quali impiegandosi mano mano si consuma. Ristaura egli dapprima le forze di tutti gli organi e dei tessuti, porgendo loro nuove molecole idonee a ringiovanirli e svilupparli e crescerli di mole nella organica nutrizione, nè d'altronde le parti solide e molli hanno alimento e materia che dal sangue arterioso. Fu detto perciò che il sangue è la carne scolante, è tutto l' organismo in istato di fusione. Ma cotal frase, come leggiadra e speciosa, non è rigorosamente vera. Imperocchè non è che il sangue contenga in sè la gelatina per comporre le cellulari, l'albumina o la stoffa nervosa pel cervello, la carnea pei muscoli, il fosfato calcareo per le cartilagini e per le ossa, che questo sarebbe troppo grosso ed antifisiologico pensiero; ma l' identico sangue e l' identica molecola sua è atta a trasformarsi ed in nervo, ed in tendine, ed in membrana, ed in osso, ed in muscolo, purchè soggiaccia a quelle nuove specifiche azioni, che alcuni particolari organi e non altri, son destinati ad imprimervi. Ora questi organi sono le singole estremità delle arterie, per le quali tutte entra lo stesso stessissimo materiale sanguigno, ma per la varia disposizione e pel vario stampo e pel vario ignoto magistero di ciascuna, qua si crea la molecola mucosa, là si produce la muscolare, la tendinea, e così seguitando senza che nessun vasellino possa in istato normale giammai generare, a spese del sangue, un prodotto diverso. Anche di questa verità, che tolse i canali arteriosi dallo stato meccanicamente passivo in cui erano stimati e li restituì alla conveniente dignità che è lor propria, siam debitori alla moderna fisiologia. Oltre a ciò, il sangue arterioso per buona copia s' impiega e consuma a

prestar pascolo e materia alle secrezioni nobili. Non è altrimenti che il sangue contenga la saliva, il muco, il succo pancreatico, lo sperma. Tutte queste metamorfosi egli può assumere per l' intervento degli organi ai quali è trasmesso, che sopra di esso eseguiscono una serie di modificazioni specificamente diverse secondo la struttura che è diversa del testicolo, della cripta mucosa, della parotide o di qual si sia glandola conglomerata. Appaiono quindi questi nobili umori dotati di speciali virtù e consecrati a quei nuovi distinti ufficii che conosciamo. In fine s' impiega il sangue arterioso e si consuma per la parte maggiore mediante le escrezioni fluide, l'orina, il sudore, la traspirazione della cute e delle altre superficie introflesse e l' esalazion polmonare. Abbiam mostrato nella nostra Farmacologia (T. III, p. 11) che anche quest'ultima è prodotto del sangue arterioso e viene dalle arterie bronchiali a rettificazione dell'errore dei fisiologi, che le fanno dipendere dall'arteria polmonare e dal sangue venoso, supponendo vi sia un cambio diretto di principii fra il sangue venoso e l'aria atmosferica. Queste sostanze liquide e gazose non avendo nell'economia animale nessun ufficio, tranne di liberarla dagli elementi incapaci di una perfetta e durevole assimilazione, non hanno bisogno di essere elaborate dai vasi e dagli organi, ma semplicemente di essere espulse, ond' è che si classificano fra le vere e semplici escrezioni.

Tre funzioni adunque, l' assorbimento universale, la digestione, la respirazione travagliano di continuo nel corpo umano a produr sangue ed ingrossarne la massa, e questa giungerebbe, in conseguenza, a strabocchevole misura se tre altre funzioni, la nutrizione organica, cioè, le secrezioni e le escrezioni fluide non fossero dal canto loro incessantemente operose ad usarlo, a consumarlo e diminuirne la quantità. La vita organica vegetativa infatti, chi ben la considera, compendiasi tutta nelle fasi del sangue e sta nello adunarlo e comporlo per una parte, e per l'altra nel decomporlo e consumarlo. L'antica questione se il sangue abbia vita o non l'abbia va per tal modo ad essere agevolmente risolta. Nessuno potrà ammettere nemmeno per sogno che il sangue abbia vita propria e indipendente, sebbene fra le varie stranezze anche questa sia venuta a taluno in pensiero, che cioè ogni globetto od ogni molecola del sangue sia un corpo vivente per sè, come a dire un insetto od un infusorio. Tanto varrebbe dire che il sangue è un organo od è di organi fornito. E dovrebbe pur dirsi ancora che il sangue non ha una vita sola, ma più vite diverse, conciossiachè quella molecola, che ora è sangue, un istante innanzi non era e un istante appresso non sarà più sangue. E sicuramente che il supposto animaletto linfa, il quale poco dopo sarà animaletto venoso, ed appresso divien

animaletto arterioso ed in seguito animaletto nervoso, muscolare, mucoso, salivare e via discorrendo, non sarà sempre l'animaletto medesimo, ma v'avrà una serie infinita di effimeri animaletti quante sono le molecole e solide e fluide del corpo animale. Io so bene che alcuni, non ha guari, han creduto d'avere scoperto dei particolari animaluci e nel flusso bianco della vagina e nel muco d'altre parti ammalate, ed hanno fatto nascere un peculiar vegetabile dai globicini del latte. Ma lasciando da parte ciò che spetta all'affare misterioso degli animaletti spermatici, che cosa vorrà dedursi da simili osservazioni, se non la conferma di un fenomeno già notissimo, che cioè le sostanze animali separate dal corpo e lasciate in preda alle influenze esteriori, son capaci nel corrompersi di dar origine a nuovi viventi, come già da immemorabil tempo ne hanno dato prova gl'insetti delle croste del capo, i vermi del pus delle piaghe, la muffa delle stesse materie fecali? Io so altresì che a taluno parve aver veduto il movimento spontaneo delle molecole del sangue, e Schultz un tempo avealo affermato (1), benchè cambiasse opinione in seguito non attribuendo che un'oscillazione al liquido sanguigno (2); ma Rudolfi, Purkinje, Koch, Meyer, Muller miser fuor di dubbio ciò essere un semplice giuoco di luce (3). A sostenere il moto spontaneo del sangue portarono alcuni l'argomento che nel pulcino l'area vascolosa si forma prima del cuore, onde ne viene che il sangue si muova innanzi che il cuore possa spingerlo. Ma contro a ciò Baer e Wedemayer con accurate osservazioni si persuasero che il sangue non si muove prima del contraersi del cuore e dei vasi (4). Allegossi eziandio un altro fatto a comprovare il moto spontaneo del sangue. In una zampa d'una rana vedesi dopo la recisione continuare il moto del sangue fino a dieci minuti; nè ciò potendo dipendere dall'impulso del cuore, vuole attribuirsi al moto spontaneo del sangue. Wedemayer però mostrò ciò dipendere dall'essiccamento e conseguente stringimento dei vasi sotto il microscopio, talchè cessato affatto il moto e bagnata di bel nuovo la parte, il movimento riprese (5). Al che possiamo soggiungere che a spiegar questo fatto basta la contrattilità propria delle arterie ed espansività delle vene.

Negheremo noi dunque vita al sangue? Mai no, ch'esso vive sicuramente, imperocchè esso è un prodotto della vita, ed è produttore esso stesso di fenomeni vitali. La sua vita però non è indipendente, ma intrinsecamente legata e soggetta a quella dei tessuti che lo fabbricano e

(1) *Der Lebens process im Blute, Berlin*, 1822.
(2) *Das system der circulation. Stuttgart*, 1836.
(3) *Handbuch der Physiologie, des Mensch. Coblenz* 1837, *p.* 139.
(4) *Opera citata.*
(5) *Opera citata.*

perennemente lo modificano, dei tessuti che lo accolgono e lo trasformano. Cambia il sangue il suo modo di vivere ad ogni cambiare di vasellino o di provincia vascolare, e cessa la sua vita, sì tosto dalla sfera vitale dei solidi è uscito.

Queste sono le nozioni fisiologiche che succintamente dovevamo richiamare sul sangue, per le quali potremo discendere alle seguenti conclusioni.

1.° Non possiam dire che il sangue sia composto di fibrina, di albumina, di acqua, di sali, conciossiachè nol sappiamo, ed anzi ci risulta che di tali alimenti propriamente nel corpo vivo non è composto. Diremo che il sangue è un fluido di suo genere, di condizione specifica che a nessun altro dei noti fluidi può paragonarsi. Confessiamo d' ignorarne la natura per non cader nel fallo di giudicarlo per quello ch' esso non è e non può essere.

2.° Il sangue è vivo, ma la sua vita è infinitamente mutabile, e strettamente dipendente dai solidi, dai quali è prodotto e modificato.

3.° Nel magistero della vita il sangue sostiene due importantissimi ufficii, quello cioè di eccitatore e provocatore di alcune funzioni, siccome primo fra gli stimoli interni a cui gli organi reagendo, le funzioni stesse si compiono; e quello di prestare col concorso degli appositi strumenti organici il materiale idoneo alla composizione, sviluppo e rinnovazione dei tessuti ed al producimento dei fluidi nobili e dei fluidi escrementizii.

4.° La quantità di sangue circolante nel corpo umano, anche in istato di salute e nelle varie ore del giorno e pei varii stati di esercizio e di riposo è estremamente varia. Qualunque delle funzioni della prima serie che lo forniscono sia rallentata od impedita, darà per effetto una diminuzione corrispondente nella massa del sangue. Qualunque funzione di quelle della seconda serie che lo impiegano e consumano venga inceppata o sospesa, la massa sanguigna crescerà; e ciò potrà fra certi limiti compatirsi collo stato di salute. Il calcolo adunque che fanno i fisiologi sulla quantità naturale del sangue portandola a circa vent'otto libbre nell'adulto è affatto ipotetico e molte volte evidentemente errato. Non ci è dato di dedurla dalla capacità dei vasi, imperocchè essendo essi capaci di stringimento e dovendo per essi il sangue liberamente muoversi, non ponno mai essere ripieni. Non è dato neppure dedurla dalla quantità di sangue che l' uomo può perdere sussistendo ancora la vita, che, secondo Giovanni Walleo, può ascendere a ventiquattro libbre (1), e, secondo altri, a molto più nel periodo di alcuni giorni, come vedrem più innanzi; giacchè egli è certo che nell'atto stesso del perdersi il sangue, nuovo sangue va

(1) *Joh. Wallaeus, Instit. medic., cap.* 6, *p.* 8.

formandosi nel corpo a compenso del perduto. Molto meno ancora può dedursi dal misurare la quantità del sangue che è superstite nei cadaveri, posciachè, come proveremo, essa è sommamente varia e la misura sua è fra poche oncie ed alcune libbre. Si trova bensì nel cadavero talvolta molta e strabocchevole copia di sangue travasato in caso di rottura di un qualche canale sanguigno, ma non è mai avvenuto di riscontrare nei vasi sanguigni del cadavere tale quantità di sangue che neppure da lunge si approssimi alla supposta normale quantità di vent' otto libbre. La quale ripetuta e costante osservazione mentre ci persuade che la naturale media proporzione del sangue circolante sia assai minore di quella che piacque ai fisiologi di stabilire, conferma eziandio ciò che più indietro abbiamo provato essere il sangue un prodotto sempre nuovo, istantaneo e perenne del magistero dei solidi.

IV. *Nozioni patologiche sul sangue.*

Ad assolvere quanto spetta alle note caratteristiche del sangue rimanci ancora la parte patologica, a vedere cioè i mutamenti d' aspetto e le alterazioni che il sangue può incontrare nelle varie malattie. Qui un' antica e celebre questione tostamente ci si affaccia, se cioè il sangue esso stesso sia soggetto a malattie essenziali e proprie. Per buon tratto delle passate e lontane ere mediche, dominando l'umorismo, la questione era affermativamente presso tutti definita, sì che i vizii del sangue e degli altri umori occupavano nella patologia il primo seggio. Dopo gl' insegnamenti di Stahl, di Cullen, di Bordeu e segnatamente di Brown e dei riformatori della browniana dottrina, la questione si appianò in senso totalmente inverso, e per alcun tempo delle essenziali alterazioni degli umori non si fece parola. In istagione a noi più prossima la questione medesima si è fatta nuovamente rivivere, v'hanno dei medici anche oggidì che con amore si occupano delle alterazioni del sangue.

Quantunque la chimica, come abbiamo più indietro veduto, non riesca a scoprire, quanto agli elementi, nè costanti nè apprezzabili mutazioni nel sangue delle malattie diverse, pure i sensi di chiunque abbia anche superficialmente esaminato il sangue estratto da diversi infermi o da quello stesso in diverse circostanze bastano a farlo certo, che un fluido, il quale ora si presenta con un colore, ora con uno molto diverso, ora ha una consistenza, or un' altra, or un odore, ora altre apparenze molte non può essere l' identico fluido, deve assolutamente esser deviato da quella norma che nelle circostanze di piena salute si osserva. È adunque cieco colui che nega le alterazioni del sangue, e su questo punto non è oggimai

permesso muover contesa. Ella è bensì cosa del più alto interesse pesare la questione con altri più precisi termini, e decidere piuttosto se le alterazioni del sangue possano essere in esso primitive e indipendenti o debbano essere invece secondarie e subordinate a quelle dei solidi. Non è la prima volta ch' io mi sono imbattuto in questo contrastato argomento, ed ebbi ancora nei miei scritti ad esporre il mio pensiero su ciò (1). Partendo allora da quei dati fisiologici che c' insegnano il sangue non avere sensibilità sua propria, non essere un tessuto, un sistema, un organo, non doversi considerare sotto altro aspetto che sotto quello di stimolo interno atto a provocare l' azione di alcuni organi e sotto quello di un materiale atto a somministrare i principii che devono comporre le parti dell' organismo e riparare il perduto, non essere infine che un prodotto degli organi e non avere che una vita dipendente da quegli che lo contengono, lo muovono ed incessantemente lo elaborano, fui condotto a pronunciare che l' ammettere nel sangue spontanee alterazioni ripugna alla buona ragione ed ai fatti; poichè se gli organi che lo fabbricano sono pure quelli che provano la sua azione e a quella reagiscono, il sangue non può che esser sano ed in quella proporzione di elementi costituito che compete a sanità. Può il sangue e deve alterarsi ogni qualvolta i solidi che gli somministrano i principii o che agiscono sovr' esso siano alterati, e noi crediamo che le alterazioni degli umori e del sangue siano più frequenti di quello si pensi. Ma siffatte alterazioni non si diranno nè primitive, nè spontanee, ma comunicate e secondarie, nè altri penserà di poter correggere il sangue, come si farebbe di un liquido in un vaso, senza correggere i vizii nei tessuti che lo originano; che altrimenti farebbe come colui che pretende acqua limpida in un rivo che procedesse da fonte impura.

Negando noi le alterazioni spontanee nel sangue, si noti bene, non abbiamo però voluto sostenere che il sangue indipendentemente dai solidi e primitivamente non possa alterarsi quando o per injezione nelle vene o per altra via qualche principio straniero o nemico venga introdotto nella corrente sanguigna. Che anzi a tutto nostro potere abbiam dimostrato nella Farmacologia che i rimedii stessi, i veleni ed i contagi per ispiegare sulla organica fibra la loro potenza devono di necessità venire introdotti nel sangue e cambiarne per un dato tempo le attività e la crasi. Se ciò non fosse non s' avrebbero da essi nell' universale della macchina quei mutamenti o salutari o nocevoli che per loro si manifestano. Ma queste alterazioni se anche cominciano dal sangue, non restano però in esso che

(1) *Farmacologia*, *t. I*, *p.* 133; *t. II*, *p.* 327; *t. III*, *p.* 491 e 499.

immediatamente gli organi, sui quali il sangue influisce, partecipano della alterazione e quasi direi se l'appropriano tutta. Le vene, il cuore e le arterie che da un siffatto eterogeneo stimolo vengono messi in azione, i tessuti che da cotale incongruo materiale vengon nutriti, gli organi tutti che dal circolo dipendono, all'impressione insolita e malefica rimarrebbero incontanente pervertiti. E finchè un qualunque mutamento nelle fibre viventi non avvenga; il rimedio, il veleno introdotto è come non fosse; il contagio od il qualunque corpo straniero che stia delitescente e nessun organo perturbi, non costituisce vero morbo; conciossiachè è canone infallibile di patologia, che non v'ha morbo ove non v'hanno funzioni sconcertate, e non si dà sconcerto di funzioni ove sia integrità degli organi relativi a quelle. Che e volendo in questi casi considerare l'alterazione dei solidi siccome secondaria e provenuta da quella del sangue, si venisse a pretendere che sia da rivolgere l'attenzione e le cure al sangue siccome alla causa primaria, allora è che inciamperemmo in uno scoglio ancora più duro, se i lumi della fisiologia e del fatto clinico non basteranno a portarci il disinganno. Supposto pure (e qui mi pare che più strana ipotesi non possa farsi), supposto che ci sia noto in che l'alterazione del sangue, consista, supposto che quelle intime molecolari modificazioni del sangue, che l'attuale chimica non discerne, siano per iscoprirsi e classificarsi da una chimica futura e da altri quali che siano mezzi fortunati d'indagine, sarà egli a noi concesso correggerle direttamente nel sangue, potremo noi in questo fluido introdurre elementi o levarne o modificare quelli che vi esistono senza dirigere le operazioni nostre precisamente sui solidi? Sarebbe uopo considerare le cavità del corpo vivente non diverse dai matracci del chimico e i vasi sanguigni altrettanti tubi di una storta, per credere che il sangue possa direttamente medicarsi. In questo errore caddero coloro che a vincere, per esempio, la rachitide creduta dipendere da un difetto di fosfato calcareo nel sangue, pensavano bastasse applicare al corpo umano e per ogni via introdurre o il fosfato di calce od i componenti suoi. Ma non avvisavano essi che cotali sostanze applicate per entrar nel sangue hanno a percorrere la via della prima assimilazione, nella quale vengono siffattamente dagli organi mutate da non più riconoscersi in niun modo, vengono costretto a vestire nella linfa, nel chilo e nel sangue stesso nuova forma e nuova natura. Non avvisavano che il fosfato di calce delle ossa non è il fosfato di calce dei chimici laboratorii, che quel fosfato di calce che i bambini e molti animali nelle prime età in tanta copia impiegano a svilupare così prodigiosamente il loro scheletro non proviene dall'esterno, ma dall'assimilazione organica, per così dire, si crea a spese di quei materiali

stessi applicati o introdotti che non ne contengono punto ne hanno appena delle traccie inconcludenti. Che se ci fosse pure conceduto correggere direttamente con appropriati mezzi il sangue circolante, avremmo noi con ciò solo corretta e risanata la pasta dei solidi, nei quali l' alterazione morbosa era penetrata ? E d' altronde, ove coi mezzi terapeutici si arrivi ad agire sui solidi, non si avrà egli di necessità, anche senza volerlo, agito sul sangue stesso che dai solidi dipende e con essi in così stretto vincolo di relazione si trova da costituire un sol tutto che in istato di vita e di funzione non può separarsi ?

Sotto qualunque aspetto impertanto piaccia ravvisare l' alterazione del sangue e come figlia degli organi di linfatizzazione, sanguificazione e circolazione morbosamente costituiti o come genitrice di affezione patologica negli organi che da quel sangue vengono irrorati, nutriti ed eccitati, sempre sarà da conchiudersi che una tale condizione nel sangue è transitoria, non isolata, non indipendente, e che il patològo, anzi che smarrirsi a scrutare le impercettibili e secrete alterazioni del sangue, sarà tenuto a fissar l' occhio attento sullo stato degli organi, le sofferenze de' quali per mezzo delle scompigliate loro funzioni chiaramente si svegliano ; e che il clinico, anzichè vaneggiare a voler ricomporre gl' ingredienti e le proporzioni del sangue, dovrà dare opera a restituir gli organi a quella integrità per la quale la lor funzione e per conseguenza la vita normalmente si esercita.

Ma v' ha sicuramente chi a tutto ciò vorrà opporsi affermando esser queste semplici deduzioni di teoretico ragionamento, e non concordare con esse la pratica osservazione. Al che mi farò a rispondere, protestando anzi tutto, che per quanto queste considerazioni a me sembrino fondate e giuste, io le repudierei il primo, ove il fatto pratico le contrariasse. Ma così è invece che il fatto pratico egregiamente le sostiene e corrobora come io mi farò a dimostrare brevemente.

A riedificare il già crollante monumento dell' umorismo i moderni hanno avuto ricorso agli esperimenti sugli animali. Dupuy, Leuret e Gaspard introdussero nel tessuto cellulare ed injettarono nelle vene di un cavallo sano il sangue proveniente da cavalli infetti da carbonchio, e videro svolgersi in esso il carbonchio e nascer la morte. Così Gendrin fece prontamente morire molti animali introducendo nel loro corpo del sangue tolto da un puledro malato di febbre, com' egli la chiama, putrida con pustole cancrenose, ed altri ne uccise injettando nelle loro vene sangue d' individui affetti da vajuolo confluente, e ne' cadaveri di questi animali sacrificati rinvenne, com' egli assicura, molti organi intensamente

infiammati (1). Così Segalus d' Etchepare provò ad injettare nelle vene l' alcool e l' estratto di noce vomica, ed osservò scaturirne gravi sintomi, febbre, ebrietà, apoplessia, convulsioni, tetano, paralisi e la morte (2), ciò che si era provato anche da Magendie (3). Da queste osservazioni non differiscono quelle di Bouillaud (4) e di altri, dalle quali tutte apparisce che nel sangue di un animale sano l'introduzione di sostanze morbose degenerate e putride, di sangue corrotto o di sostanze venefiche basta ad ingenerare nell' animale i più gravi accidenti e portare più o meno rapida la morte. Or questi fatti e queste esperienze che tanto rumore menarono in Francia ed altrove non c'insegnano nulla più di quello che si sapeva. Imperocchè nessuno ignorava che la materia vajuolosa e carbonchiosa innestata comunque in un corpo sano comunica per contagio la stessa malattia da cui fu generata. E si sapeva che, anche senza essere indubbiamente contagiose, le materie di alcuni cadaveri innestate nei sani adducono dei guai; di che ci fanno fede le gonfiezze al braccio, le infiammazioni delle glandole che molti anatomici ebbero per trista avventura l'una o l'altra volta ad incontrare se inavvedutamente maneggiarono de' cadaveri avendo nelle mani qualchè escoriazione o ferita. Nessuno ignorava inoltre che i rimedii e i veleni cacciati nelle vene agiscono più prontamente e poderosamente; che una sostanza straniera qualunque che lo stesso sangue di altro animale sano, che una semplice bolla di aria fatta penetrare nel circolo sanguigno, avvegnachè non abbia potenza a scomporre il sangue, porta sconcerti gravissimi e mortali. Questi fatti, lungi dal provare l' alterazione del sangue, dimostrano a chiarissime note che il sangue non servì che di veicolo e di mezzo a condurre ad alterazione i solidi. Infatti, e la febbre, e l' apoplessia, ed il tetano, e le convulsioni, e le paralisi, e gli altri sintomi tutti che i citati sperimentatori videro insorgere appartengono, senza alcun dubbio, ai solidi, e se questo non basta, aggiungeremo il carbonchio, le pustole, le glandole infiammate, e per suggello di tutto le lesioni cadaveriche ai vasi, al cuore e le infiammazioni intense a parecchi visceri notate da Bouillaud e da Gendrin.

Percorrendo gli annali della medicina abbiamo trovata una ricca messe di osservazioni sulle alterazioni del sangue, registrate in varii tempi per la loro singolarità e stravaganza da scrittori degni di fede. Sulle quali meditando alcun poco, pare a noi che l' argomento nostro sia per ricevere

(1) *Dizion. class. di med. t. XL, p.* 618.
(2) *Arch. gener. di med. sett.* 1826.
(3) *Esam. dell' azio. di qualche veget. ec.*, 1809.
(4) *Trattato clinico ed esper. delle febb. dett. essen. Parigi*, 1826.

non poca illustrazione per alcune importanti conseguenze alle quali verremo di necessità trascinati.

In mezzo alla sanità più fiorente il sangue e gli altri fluidi animali possono da un istante all'altro cambiare di natura e profondamente alterarsi ogni qualunque volta ne' solidi uno scompiglio anche improvviso e passaggiero venga indotto. Lo attesta Baynard riportando il fatto di un cervo colpito alla caccia, il quale dandosi precipitosamente alla fuga andava gettando dalla ferita un sangue fetido (1). Lo mostrarono Abr. K. Boerhaave (2), Haller (3) e Valli (4) negli animali viventi, su'quali eseguivano delle anatomiche operazioni; ed osservarono più volte ne' gatti e cani viventi, a' quali si apriva il torace, uscire e dal sangue e da' polmoni un fetente vapore, ed esaminato il loro sangue dopo averli tormentati, appariva sommamente alterato. Quest' ultimo abilissimo e troppo audace sperimentatore legò un cane, e dopo una lunga operazione chirurgica gli aperse la vena crurale. Un sangue atro siccome inchiostro usciva da quella. Ma occupandosi egli ad aquetare il cane colle carezze, vide poco stante sgorgare un sangue porporino; ed avendolo di poi nuovamente maltrattato, il sangue si oscurò: ucciso che fu il cane, il sangue rinvenuto ne' minimi canali rassomigliava al carbon pesto (5). Bastò a Dupuytren, a Dupuy, a Mayer tagliare il nervo pneumogastrico per far nascere negli animali delle sensibilissime alterazioni nel sangue (6). In una giovenca morta di febbre ardente Paylon trovò ne' suoi vasi in luogo di sangue una sostanza sebacea simile al poroso midollo del sambuco (7). E se cotali alterazioni, avvenute negli animali per effetto di dolori fisici e di ingiurie al corpo anche il più sano, possano pervenire fino ad alto grado, ce ne dà una prova luminosa un fatto riferito da Duhamel nelle Memorie dell'Accademia delle scienze di Parigi. Un bue veniva condotto al macello, e nella via fu oltremodo affaticato e malconcio. Il macellajo che lo uccise ed avea tenuto in bocca il coltello imbrattato del suo sangue perì miseramente in quattro giorni colla lingua tumefatta, con delle pustole nere, dispnea ed altri sintomi gravissimi. Un altro individuo, il quale si ferì con una scheggia di osso dello stesso animale, è morto in sette giorni collo sfacelo del braccio ferito. E due donne sulle quali erano cadute poche

(1) *Psycologia, or of cold bathe, p.* 328.
(2) *De perspirat., n.°* 539, 540.
(3) *De part. c. h. pracc. fabr, et funct. t. I, L. II,* §. 1 *Exhalatio.*
(4) *Discorso sopra il sangue. Mondovi* 1789, *p.* 131.
(5) *Discorso sul sangue, p.* 93.
(6) *Raciborscki, sunto pr. e ragionalo di Diagnost. Parigi* 1836, *p.* 865.
(7) *Ioh. Riolan., oper. Anatom. p.* 871.

goccie del malefico sangue patirono infiammazione e cancrena nelle parti che furono toccate. Esempii non mancano di simil fatta anche nella specie umana, pei quali si fa evidente che un istantaneo sconcertamento degli organi per causa fisica, non meno che per impression morale, fu susseguito immediatamente da pervertimento nel sangue o negli altri umori, il quale pervertimento or sussisteva, or cessava, or riproducevasi precisamente all' avvenante della passione dei solidi. Che le secrezioni da un momento all' altro cambino ed alla lor norma ritornino era insegnato anche da Ippocrate (1). Durante l' epoca della mestruazione narra Valli che una giovane vomitava materie puzzolentissime, e tutto cessava fuori di quel periodo. Di una malata del dottor Forzani lo stesso autore dice che in un insulto nervoso emanava sudori pestiferi ed insoffribili, che più non erano, passato che fosse quell' insulto (2). Sono poi cento e cento gli esempii di epilettici che sotto il parossismo e non in altri tempi mandavano sudori ed esalazioni insopportabilmente graveolenti (3). In una singolare e spaventevole forma di morbo spinale i cui periodici assalti duravano intorno alle dieci ore, cominciando dal delirio che poi si associava ad uno stato tetanico, indi convertivasi in letargo ed infine terminava con feroce epilessia, toccò anche a me di vedere (ed ebbi a compagno nell' osservazione l'onorevole mio collega il professor Montesanto) in varie emissioni di sangue praticate e prima e durante ed immediatamente dopo l' assalto con ripetuta prova il sangue sotto l' assalto essere quanto in una pleurite cotennoso, e fuor di quello sempre coll' apparenza la più ordinaria. Una simile osservazione aveva io pur fatta parecchie volte nella febbre intermittente trovando cotennoso il sangue allorchè veniva estratto durante la febbre, e non cotennoso nel tempo dell' apiressia; ma prima assai Giovanni Rhodio avea notato un analogo fenomeno in diversi casi di febbre doppia terzana, ne' quali però egli dice esser stato tratto dalla salvatella un sangue bianco e glutinoso come fosse pituita (4); e Giacomo Sachs di Lewenheim aveva ottenuto un sangue bianco simile al latte in una intermittente quotidiana che prestamente guarì (5): ciò che accadde pure a Stefano Blancard (6). Anche presso l'uomo il moto concitato e la fatica potè in brev'ora cambiare la crasi del sangue, e ce lo asserisce Rosino Lentilio riferendo di un tintore obeso, il quale volendo farsi un salasso

(1) *De morb. popul. Aegr. I. Aegr. III.*
(2) *Discorso sul sangue, p.* 93.
(3) *De Huen, Tissot, Dell' Epilessia; ed altri.*
(4) *Obs. med. Cent. I. Obs.* 36, *p.* 21 *Cent. III. Obs.* 72. *p.* 158.
(5) *Misc. Nat. Cur. Dec. I An. I Obs.* 28, *p.* 97.
(6) *Collect. med. phys. P. I. Cent. I, Ob.* 1, *p* 1.

di precauzione, ed avendo poco accessibile la vena, fu consigliato a muoversi e correre fino a trafelare, e dopo ciò il sangue estratto si presentò ceruleo ed insieme cotennoso (1). E come il moto violento, così le ordinarie cause riscaldanti furon vedute capaci di mutare immediatamente la crasi del sangue, di che ci fa ampia fede Giovanni Schmid nella storia di un monaco domenicano giovane ed atletica persona che espostosi all'aria a digiuno e riscaldato, ritornando verso l'ora del pranzo accusò dolor di capo ed angustia ai precordii, ed essendo sollecitamente salassato, offerse dalla vena precisamente una materia lattea, e dopo alcun tempo migliorando, diede in una seconda emissione del sangue cotennoso (2). Così lo stesso Le Canu fu testimonio di un salasso fatto ad un emoftoico che aveva oppressione di respiro, e riconobbe che il sangue estratto aveva l'apparenza del latte con piccola quantità di globetti rossi. Furono applicate delle sanguisughe, e dopo sei giorni in un nuovo salasso il sangue appariva normale (3). Racconteremo ancora di un villico, il quale accusato di furto inverso un parroco, giurò innanzi al giudice sè essere innocente, ed imprecò sopra di sè che ove ciò non fosse, non gli abbia a restare una goccia di sangue sano. Dietro a che venne assolto; ma il dì appresso colpito da febbre e quindi salassato, uscì dalle sue vene puro latte. Ciò che a quel tempo bastò perchè, come convinto di furto e in un di spergiuro, venisse tratto al patibolo. Così riferisce Cristiano Francesco Paullini (4). Ma non andremo ammassando altri esempii di simil fatta, che questi, a parer mio, potranno esser sufficienti a provare come una malattia sôrta negli organi sia immediatamente seguita da corrispondente alterazione nei fluidi e nel sangue, e come questa cessi con somma rapidità o si rinnovelli nell'esatta misura colla quale i solidi riprendono lo stato normale o nuovamente lo turbano.

Traluce dai fatti sopra accennati anche un'altra conseguenza, ed è la seguente: le alterazioni degli umori e del sangue non solo si collegano e sono subordinate alle alterazioni degli organi, ma considerate in sè stesse e come elemento o parte della malattia non hanno quella importanza che teoricamente verrebbe supposta, non sono difficili a repristinarsi, e, per quanto in apparenza siano gravi e profonde, non mettono per sè in pericolo la vita, se i solidi stessi colle loro attività resistano e non siano poderosamente scossi o snaturati: se ciò non fosse non avrebbe Valli colle

(1) *Misc. Nat. Cur. Dec. II, Ann. 7. App*; *p.* 72.
(2) *Misc. Nat. Cur. Dec. I, Ann. 3. Obs.* 123.
(3) *Giornale di Chimica, t. I. Serie 2*, 1835. *p.* 195.
(4) *Misc. Nat. Cur. Dec. II Ann. 4. App.*, *p.* 191.

semplici carezze ricondotto alla buona crasi il sangue del cane che era sotto agli strazii della sua dotta curiosità; gli umori e le esalazioni fetenti e corrotte della mestruata e degli epilettici non avrebbero rinsanito sì tosto al cessar degli assalti; il sangue latteo, bianco, piuttosto del malato di Sachs, di quello di Blancard, di quello di Schmid, e di quello di Le Canu non avrebbe permesso la continuazione della vita e la guarigione a quegli individui, non sarebbe ritornata alla sua buona crasi come ritornò, e con quali mezzi? Colle semplici sottrazioni sanguigne. Ma io veggo come una tale conseguenza tocchi il midollo delle dottrine patologiche, e però mi si concederà, che alcuni altri fatti vi aggiunga a puntellarla. Riboccano le storie mediche di osservazioni sul sangue in più guise alterato, di sangue cioè lattiginoso per attestazione di Tulpio (1), di Morgagni (2), di Schenk (3), di Schwencke (4), di Brunner (5), di Sachs (6), di Waldschmidt (7), di Hewson, di Pringle, di Pitcairn, di Hunter, di Fothergill, di Traill (8), di Caventou (9), di Christison (10); di sangue bianco, piuttosto simile all'albume di uovo, come toccò vedere a Waldschmidt (11), a Nitschke (12), a Bierling (13), a Bartholino (14), a Schroeckio (15) e ad altri molti; di sangue di color citrino o croceo come apparve a Benj, Petermann (16), a Schurigio (17), a Lower (18); di sangue di color atro e nero come pretto inchiostro quale venne sott'occhio a Rhodio (19), a Ido Wolff (20), a Vander Linden (21), a Hagendorn (22); di sangue

(1) *Observ.* 58.
(2) *Epist.* 49, *art.* 22.
(3) *Observ. lib. II.*
(4) *Trans. filos. di Londra, n.* 100, §. 442.
(5) *Consigli. med. LXVI, p.* 351.
(6) *M. N. C. Dec. I, Ann. I. Obs.* 28, *p.* 97. *Schol. in Obs.* 28, *p.* 99.
(7) *M. N. C. Dec. I, Ann.* 2. *Obs.* 210, *p.* 312.
(8) *The Edinb. med. and surg. Journ.* 1821, 1823.
(9) *Archivii generali di medec. t. XVIII, p.* 603.
(10) *The Edinb. med. and surg. Journ. Jan.* 1830.
(11) *M. N. C. cit.*
(12) *M. N. C. Obs.* 132, *p.* 294.
(13) *Thesaur. theor. pract. Cas.* 44. *Schol., p.* 596.
(14) *De lact. thorac. Cap.* 13, *p.* 38.
(15) *M. N. C. Dec. II. Ann.* 7. *App., p.* 72.
(16) *Observ. med. Dec. I. Obs.* 9, *p.* 12 *e* 14.
(17) *Haematologia Hist. med.* 1744, *p.* 1744, *p.* 209.
(18) *Collect. Academ. t. II e IV.*
(19) *Obs. med. Cent. III. Obs.* 70, *p.* 157.
(20) *Obs. chir. med. Lib. I. Obs.* 4, *p.* 16.
(21) *Exercit. XIV. Mantiss. Oenad.* §. 130, *p.* 644.
(22) *Bonetus Medic. septentr. Pars. I, Sect. XIV, p.* 115.

congelato nelle vene dell'uomo vivente e con forma lombricoide, come si estrasse nella flebotomia da Haller (1), da Lewenoeck (2), da Andral (3) e da molti che tentarono il salasso nei colerosi in istadio algido; di sangue bruciante, come lo sperimentò Ambr. Stegmann in uno studente, avendone ricevuto qualche goccia sul braccio (4); di sangue caustico e corrosivo, come notò Adamo di Lebenwald (5). Egli è vero che non tutti questi autori che si compiacquero consegnare negli annali della scienza simili straordinarie osservazioni ebbero cura di tramandarci precisa notizia sulla sorte e sul fine che incontrarono i malati, ne' quali le avevano fatte; ma di buon numero siamo dalle storie medesime assicurati che terminarono felicemente, e colla semplice cura evacuante passarono a sanità. E qui per non trarre la dimostrazione troppo in lungo accenneremo di alcuni dei principali di cui si furono lasciate attestazioni sicure. Del sangue perfettamente lattiginoso, per esempio, osservato in un individuo ci fa fede Anderson che con soli due salassi interamente guarì (6). Del sangue bianco e gelatinoso che permise la perfetta guarigione ci parlano Rhodio(7). Pietro da Castro (8) e Willis che dice averlo fatto diventar rubicondo col mezzo dei rimedii marziali (9). Del sangue nero e piceo offerto da una amenorroica in ben otto libbre che gliene vennero estratte sappiamo che in breve tempo fu guarita da Galeno, come riferisce Vander Linden (10); e guarirono per la cura di Stevens molti malati di febbre gialla all' Indie orientali che davano nei salassi sangue affatto nero e prosciolto (11). E circa al sangue piceo e nello stesso tempo congelato nelle vene quanti non sono quei medici che nella da poco tempo passata calamità del colera morbo non ebbero il conforto di veder risanato taluno dal cui braccio aveano potuto estrarre dapprima dei semplici trombi di sangue coagulato e nero? Infine quello studente affetto da febbre amatoria ardente, il cui sangue estratto e caduto sul braccio di Stegmann sopra citato aveagli recato dolore, guarì; e si ridusse pure parecchie volte a lodevole stato di salute

(1) *Phys. Lib. V. Sect. I*, §. 10. *Esper.* 20, *n.* 5. *Exper.* 167, 180, 183, 234.
(2) *Epist. physiol*, *p.* 406.
(3) *La Lancetta francese*, 26 *Genn.* 1839.
(4) *M. N. C. Dec. III. An. I*, *Obs.* 14, *p.* 32.
(5) *M. N. C. Dec II. Obs.* 107, *p.* 261.
(6) *The Edimb. med. and surg. Journ*, *januar*, 1830.
(7) *Obs. med. Cent. I. Obs.* 36, *p.* 21.
(8) *Ivi*, *Cent. III. Obs.* 32, *p.* 128. *Obs.* 72, *p.* 158.
(9) *De febrib. Cap. I*, *p.* 70.
(10) *Select. medic. exercit. XIV. Mant. Oenad.*, *p.* 613.
(11) *The Lond. med. und phys. Journ. June*, 1830.

quel religioso che a quando a quando era assalito da oppressioni ed angustie ai precordii, sotto le quali venendo salassato, le goccie di sangue che cadeano sul braccio eran brucianti sì da suscitar vescica ed escara e corrosive in modo che la punta della lancetta ne illividiva e diventava friabile, dietro quanto ci si racconta da Adamo di Lebenwald sopra citato (1). Poste le quali cose e ben considerate, se Bordeu ebbe a dire che dopo i più funesti indizii di dissoluzione putrida nel sangue si videro sanare il vajuolo, le petecchie, le febbri putride, la peste, e che ciò prova come il sangue non perde neppur sotto quelle apparenze la sua natura (2); con molto maggior ragione, senza soscrivere interamente alla sentenza del medico francese, noi potremo alfine conchiudere raccogliendo il fin qui detto che il sangue nelle malattie cambia bensì di aspetto e di natura, ma che le alterazioni sue non sono isolate e sussistenti per sè stesse, ma dipendenti od in ogni modo subordinate a quelle degli organi.

Dovremo noi dunque mettere in non cale la condizione del sangue e dei fluidi animali che tanta parte formano, anzi la maggiore di nostra macchina? No certamente, chè la ricerca e lo studio delle alterazioni morbose dei fluidi animali e segnatamente del sangue devono anzi a parer nostro formar parte nobilissima ed integrante d'una sana patologia. L'errore è nel voler fermare le indagini ai fluidi e condurle ad essi come ad ultimo termine, considerar quelle alterazioni siccome essenziali e cardinali fonti di morbo, laddove non devono che servir di scala e di mezzo ad investigare lo stato degli organi. Non è lecito guardare le alterazioni del sangue e degli altri umori sotto altro aspetto che sotto quello di sintomi morbosi indicatori della condizione degli organi, dai quali dipendono o dai quali sono prodotti, e nei quali la vera e integrante affezione morbosa ha sede. Come il sudore o copioso o scarso o perverso che sia ci annunzia lo stato dei vasi esalanti e del circolo sanguigno, come i fluidi evacuati dal ventre ci sono spie fedeli della condizione degli intestini o del fegato, come quello delle narici e dell'uretra e della vagina ci svela le alterazioni della pituitaria o dell' altre mucose, o delle cripte e dei follicoli che lo separano, come lo stesso prodotto delle ulceri o delle piaghe ci fa accorti della natura e dell' affezione delle parti onde procede, e come in fine il sangue stesso delle emorragie ci mena a giudicare dello stato dei vasi o delle superficie dalle quali scaturisce, così il sangue che artificialmente si evacua dovrà debitamente e con più salda critica esaminato farci palesi

(1) *M. N. C. Dec. II. An. II. Obs.* 107, *p.* 261.
(2) *Dei polsi, p.* 503.

le affezioni relative or delle arterie, or delle vene, e sì la natura che il grado loro. Riferire adunque le apparenti mutazioni del sangue allo stato degli organi circolatorii, notare diligentemente la corrispondenza di quelle colle alterate funzioni di questi, ajutarsi dei lumi preziosi dell' anatomia patologica intorno a quel vasto apparato della circolazione che è pur il primo e più influente nelle funzioni della vita, il primo e più esposto ai colpi delle potenze nocive, il primo e più frequente a dar segni di scompiglio, e fu per lunga età trascurato come canale passivo e quasi dai morbi immune, questo è il lavoro di cui ha bisogno l'attual medica filosofia, questo è il lavoro, sul quale dopo aver impiegate le mie troppo inferme fatiche da oltre a quindici anni, e dopo averne dati al pubblico molti, ma ancor troppo insufficienti saggi nei miei scritti, oso ora in questa celebre adunanza (1) che segnerà un' epoca memorabile nei fasti scientifici del nostro bel paese, oso, dico, chiamare l'attenzione ed invocare l'opera concorde dei dotti medici italiani.

(1) *Riunione dei Medici in Pisa il 4 ottobre* 1839.

CONTROVERSIE

INTORNO ALLA MEMORIA DEL PROF. GIACOMINI

SULLA NATURA, SULLA VITA

E SULLE MALATTIE DEL SANGUE

DIFESA DEI GLOBETTI DEL SANGUE COMBATTUTI DAL PROF. GIACOMINI.

Memoria del dott. Anton-Giuseppe Pari; Udine 1840.

In questa dotta scrittura l'egregio dott. Pari di Udine imprende ad esaminare l' opinione del chiar. prof. Giacomini circa l' esistenza dei globetti nel sangue. Tutti sanno che l' illustre fisiologo e farmacologo di Padova sta per la sentenza di coloro che ammettono non esister i globetti nel sangue vivo e circolante, ma sì formarsi nella decomposizione del sangue; esistere cioè nel sangue *morto*. Non è del nostro ufficio nè riferire nè vagliar le ragioni su cui si fondano i giudizii del prof. Giacomini, e d'alcuni altri che lo favoreggiano in questa dottrina. Rimandiamo i lettori che non fossero al fatto di tali questioni al *Trattato filosofico sperimentale de' soccorsi terapeutici, tom. V, Applic. meccaniche.*

Poniamo adunque che altri sappia ciò che in quel libro si dice, ed abbia nella mente la serie degli argomenti che vi si adducono. Egli è pertanto contro alcuni di questi argomenti che colla libertà della scienza e col rispetto dovuto ad uno dei più celebri professori della nostra penisola leva la voce il dott. Pari. Noi ci teniamo in dovere d'esporre per sommi capi ai lettori del nostro Memoriale e colla nostra solita imparzialità di compilatori l' attual controversia.

Il prof. Giacomini ammette che il sangue appena uscito dall'organica circolazione cada all' istante in istato di morte, e che onde il globetto sanguigno si separi dal siero è uopo che il sangue vivo si tramuti e si decomponga: è uopo insomma che il sangue sia *morto*.

Contro questa sentenza il dott. Pari, che sostiene l' esistenza dei globuli nel sangue vivo e circolante quali si osservano nel sangue estratto, che ammette il sangue uscito dai vasi non cader tosto in istato di morte, adduce gli argomenti delle *trasfusioni mediate*, operate cioè schizzettado in una vena il sangue estratto da quattro, da sei e da ventiquattro ore, mediante le quali da Prevost e Dumas si rianimarono animali prossimi a morte, e da tali fatti ne deduce argomento in prova d' una *particolare potenza dinamica* del sangue, la quale, secondo le esperienze di Dieffenbach, cominciando *dalla terza ora* (e il dott. Pari dice dalla *quinta) dopo l' uscita di esso dai vasi, a poco a poco vien meno ;* onde la vivificazione per opera delle trasfusioni avviene in ragione inversa del tempo da cui il sangue è tolto dalla circolazione, talchè incominciata la scomposizione, il sangue trasfuso opera sull'organismo a modo degli altri liquidi putridi. E siccome, dice il dott. Pari, la putrefazione nei solidi è l'unico segno della loro morte, così è anche il solo indizio securo della perduta facoltà del sangue di ravvivare.

Se non che, aggiunge, le trasfusioni del *siero* operate da Blandel e da Dieffenbach non valsero a rianimare gli animali, mentre a ciò valsero quelle fatte col *cruore*, particolarmente stemperato coll'acqua ; e Blandel fece vivere *alla lunga* molti animali con questo solo mezzo senza dar loro altro alimento, il che, per vero dire, non proverebbe altro se non che il cruore potrebbe servir d'alimento, o potrebbe venir tollerato per qualche tempo injettato entro alle vene.

Per le quali cose, così conchiude il dott. Pari, il sangue malgrado l' influenza delle cause fisiche e chimiche malgrado il riposo e la separazione in siero e cruore, tuttavia si mantiene *vero sangue ; laonde le nozioni raccolte su quell' umore ancor caldo e sui globuli che in esso osservansi dopo estratto non ispettano a trasformazioni o da sanguigni snaturamenti, nè all' opera di lavori fisico-chimici extra vitali.* I globuli circolanti visibilmente attraverso le membrane trasparenti e specialmente nel maggior vaso del mensenterio delle rane, al prof. Del Chiappa parvero più evidenti nella *corrente progressiva.* Dessi mostransi di figura *mutabile* perchè elastici e in istato di quiete hanno forma elittica. La *colonna o corrente laterale* poi non contiene globetti, e questa *colonna* non è che il siero, secondo il dott. Pari, il quale afferma che le *bolle trasparenti* vedute dal prof. Giacomini nel sangue circolante della membrana interdigitale delle rane altro non sono che una sorta dei così detti globuli degli autori ; non sono che *individui vivi e circolanti della numerosa globulare famiglia* (pag. 22), e queste bolle o questi globetti non hanno colore per la ragione

che appartengono a vaselli capillari, e siccome queste bolle hanno la stessa configurazione e quando circolano e quando sono estratte dalla circolazione, così l'autore conchiude che sono le stesse tanto *vitalizzate che morte*, e che non sono perciò il prodotto nè della corruzione nè delle influenze atmosferiche.

Altra prova dell' esistenza dei globuli nel sangue l' autore desume dalla *granulazione globulosa* delle piaghe o delle ferite scoperta da Kaltenbrunner che primo affermò depositarsi i globuli sanguigni alla sommità dei piccoli vasi a comporre ciò che dicesi *granulazione*. Conferma l' elasticità dei globuli coll' autorità di Spallanzani, e mostra come la scoperta di Kaltenbrunner sia stata poi verificata da Richerand, da Wedemeyer, da Czermak, da Burdach, da Berres.

Parla della forma granellare dei solidi osservata da molti, fra cui solamente nomineremo i più recenti, Dumas, Rolando, Dutrochet, Berres, Crescimbeni e Berzelio, dei quali tre ultimi cita alcuni brani ed alcune sperienze; parla del tessuto *globulare e globulo areolare* di Rolando; reca le dottrine di Berres intorno al tessuto globulare e tubuloso, alla graduata progressione de' globuli e al loro passaggio lungo i capillari in serie unica, doppia e tripla; dalle quali cose tutte deduce la presistenza dei globuli nella massa sanguigna, e conchiudo: *Le economie animali e vegetali svelarsi nel sustanziale per determinate orditure di maglie globulose contenenti, e di diluzioni globulose contenute, e il globulo organico darsi a conoscere per l' atomo o il rudimento semplicissimo di così fatti organismi, il globulo animale perfezionarsi successivamente in istato di circolazione, e quindi perfezionato, passare dallo stato d' isolamento o di sospensione in un mestruo a quello di rudimentali tessuti ora unicamente globulosi, ora globulo-areolari, ed ora tubulosi, e i rudimenti solidi passare alla condizione di sistema e di organi mediante crescenti stratificazioni e progressivi condensamenti.*

Il globulo dunque, così dice l'Autore, è pel medico ciò che la molecola è pel chimico. Sulla tessitura poi, grandezza, sul colore e sulla forma dei globuli accenna le opinioni di Rolando, di Weis, di Hewson, di Della-Torre, di Trevirano, di Hodgkin e Lister, e conchiude, quanto alla forma, essere il globettino *una vescichetta contenente dell' umore, e distesa*, secondo Berres, *da un vapore gazoso:* e quanto alla natura, essere incerto con Della-Torre se sia *linfatica*, se, con Bauer ed Home, sia un *misto di materia colorante e di nucleo*, se, con Raspail e Donné, sia una *sierosa soluzione d' albumina;* e questa incertezza regna del pari sul nucleo, sulla grandezza e sul colore dei globuli.

Espone in seguito le osservazioni e le sperienze specialmente di Crescimbeni relative all' *attrazione* de' globuli, dalle quali par confermato che per certo spazio di tempo la sostanza globulare del sangue arterioso e venoso resti soggetta a moti d' *attrazione e di ripulsione*, in prova di che riferisce anche una sperienza di Magendie, il quale allo scopo di investigare l' affinità elettiva dei globicini sparse in loro alcuni animaletti infusorii per osservare se obbligassero coi loro movimenti i globicini o ad avvicinarsi o a staccarsi gli uni dagli altri; Magendie afferma d' aver veduto che alla perfine codesti animaletti non trovando comodo modo al loro muoversi, dovettero ritirarsi dai globuli, il che gli fa prova *d'affinità elettiva* dei medesimi. Di questo trovato a sperimentare l' affinità elettiva de' globicini l' autore deriva lode a Magendie d' acutezza d' ingegno, nel che noi, francamente parlando, non sappiamo vedere che un processo meccanico malamente impiegato a investigare una forza fisiologica.

Ma l' affinità elettiva globulare non basta però a spiegarci il motivo di certo unirsi assieme di molti globuli appellato *coagulazione*, poichè nè l' abbassamento di temperatura, nè l' evaporazione ce ne danno abbastanza ragione. Accenna le sperienze di Brande, di Dumas e di Prevost sull' albumina, e quelle più significative di Dutrochet sul sangue, nelle quali mediante l'azione della pila voltaica il sangue offre all'occhio armato varie fibre aggranellate come collane di perle; fibre che si flettono a *zig-zag*, cioè, dice l' autore, si *contraggono*. Se non che queste fibre, col rovesciare i primitivi ordini polari della pila, si scompongono, si disfanno e si sgranellano. Quindi alla coagulazione, non basterebbero le affinità elettive, ma vi concorrerebbero, secondo pensa l' autore, anche le chimiche potenze acide ed alcaline, che si polarizzano, onde il prodotto assume un aspetto perfettamente organico, per cui è mestieri concedere che tutto ciò sia regolato da accomodate elettriche correnti; oltre all' azion delle quali sui globuli v' abbisogna quella degli acidi e degli alcali a plasmare le fibre nel qual atto concorrono insieme un *chimismo* ed un *elettricismo*. Gli alcali adunque e gli acidi necessarii alla coagulazione dovrebbero esistere nel sangue vivo quali si trovano nel sangue estratto.

È già troppo noto a tutti che cosa siasi inteso finora ed intendasi tutto dì per *esosmosi* ed *endosmosi*, ed è già nota la solenne confutazione di questa teoria, perchè noi ci possiamo dispensare dal seguire l' autore nella definizione che ce ne dà; diremo solamente che le leggi dell'endosmosi (che son ridotte oggidì a quelle della semplice imbibizione con pochissime differenze) egli le stima d' immensa applicazione rispetto ai globetti, poichè s' impegna a provare che i globuli secondo che nuotano in

liquidi diversamente saturi o avvizziscono, oppure s'intumidiscono fino a scoppiare. A persuadere le quali cose porta l'autorità e le osservazioni di Rolando, di Weis, di Hewson, di Trevirano, di Berres, ec. che videro le vescichette globulari cambiar di forma e di superficie, e raggrinzarsi e farsi anulari o come forate nel centro; il che avviene, dice l'autore, perchè nuotando i globuli in umore più salso o più saturo, devono obbedire alla legge dell' *endosmosi*, deve cioè parte del siero uscire dalle viscere globulari. E perciò che il sangue infiammato contenente minore quantità di sali, poco bastando a tener disciolta in sè l'albumina, dà abbondante coagulo.

Al contrario per le leggi dell' *esosmosi* (che pur sono la stessa cosa che quelle dell' *endosmosi*, vale a dire dell' imbibizione, come ha mostrato Raspail), l'acqua pura posta a contatto dei globuli li penetra, li rigonfia fino a farli scomparire o scoppiare: quindi, secondo l'autore, si spiega ciò che osservò il professor Giacomini che *l'acqua pura discioglie i globuli e li fa scomparire, l'acqua zucherata* (ossia un liquido saturo) *non li discioglie, e fa coagulare la materia fibrinosa.* Così avvien anco con gli acidi idroclorico e nitrico: i quali d'altronde se allunghinsi coll'acqua, non disciolgono i globuli, ma li fanno gonfiare.

Da queste dottrine l'autore deduce: 1.° che il sangue è provveduto dai vasi d'un certo siero originariamente libero, ed è quello che nel suo filone comprende i globuli; 2.° che le materie solide animali si lasciano penetrar dall'acqua senza che si possa dire perciò esser desse bagnate, nè poter bagnare altri corpi; acqua che sembra non appartener loro per chimica affinità, ma per incarceramento nei sacchetti vescicolari, onde detratta l'acqua colla compressione, le fibre riduconsi a striscie di sachetti vuoti e schiacciati; 3.° che perciò il sangue estratto serba per lunga pezza i poteri di avvivare, nutrire e stimolare, e che quindi è vero ciò che afferma Dieffenbach, che la vitalità del sangue comincia a decrescere dopo un certo spazio di tempo, e che malgrado le influenze atmosferiche non così presto si tramuta e si snatura. Nelle quali dottrine pare a noi di veder concessa troppa latitudine alle dottrine meccaniche; 4.° che le leggi dell'endosmosi rendono le vescichette globulari assai mutevoli nelle loro proprietà di forma, di grandezza, di colorito, ec.

Dette le quali cose, congettura esser la formazione dei globuli piuttosto ai vasellini assorbenti affidata che allo stomaco; aver la chimificazione e la chilificazione l'attributo di mandare in circolazione i sacchettini i quali, caricandosi per legge d'imbibizione dell'umore in cui nuotano, si tramutano in globuli, il cui umore per le leggi dell'endosmosi o, con più

comune vocabolo, della *imbibizione*, si permuta e si cangia dal di dentro all' infuori, in modo che i liquidi si rendono *omogenei*. Così i globetti perfezionati a mano a mano nella loro elaborazione cominciando dalla linfa e giungendo fino ai mutamenti che avvengono nella circolazione per entro all'albero arterioso forse per affinità elettiva, e noi diremo per opera delle singole organiche elaborazioni, tendono alcuni al muscolo, altri al nervo, ec., e di tal modo si ristaura la compage organica.

L' autore suppone che dalla teoria dell' *endosmosi* la fisiologia e la patologia potranno ritrarre in avvenire maggiori vantaggi: il che certo noi non possiamo sperare dopo la lettura dell' opera di Raspail, dalla quale riesce colla più sicura evidenza dimostrato, che la speciosa dottrina dell' *endosmosi*, in senso fisiologico, non è che quella della penetrazione di fluidi di varia natura, capaci quando che sia d' attitudini organiche attraverso alla compage de' solidi porosi.

Coll'autorità di Della-Soma, di Spallanzani, di Berres, di Giacomini, di Del Chiappa, di Crescimbeni, colle dottrine dell' attrazione e della ripulsione, della contrattilità e della espansibilità dei corpi l' autore prova l'*elaterio* dei globuli, e dal loro elaterio deduce il loro insito meccanismo dell' intimo loro *vibrare* ed *oscillare* durante lo stato di moto, il che sarebbe un'illusione, egli dice, stando all'autorità di Giacomini, e sarebbe una verità stando a quella di Bufalini, il quale *carica un po' troppo le tinte* a detta dello stesso autore che, tenendosi come in una via media, ammette con Puccinoti nei globuli le due opposte maniere di moto, la *contrattiva* e la *espansiva*, e la terza risultante, l'*oscillatoria*. Quindi richiamando le dottrine della medicina meccanica di Borelli, di Bellini e di Baglivi, afferma la dottrina delle vibrazioni essere stata in fiore e da sovrane menti accarezzata e riverita, per cui erasi compresa la potenza oscillatoria dei nervi capace di modificarsi ad un tempo in più modi, e si duole che l' attuale fisiologia non abbia ancora dal moto intimo globurare saputo cavare un degno e *fondato dinamismo*.

Dalle sperienze di Fusinieri, l' autore vuol che si avverta, risultar dimostrato che la materia attenuandosi dispiega riconoscibilissimi i poteri ripulsivi e gli oscillatorii fino a diventare, secondo il grado della attenuazione, forza e materia elettromagnetica, calorifica o luminosa, ossia a diventare cosa imponderabile, ciò che mena a giudicare che anche come materia ponderabile non sia cosa morta, ma sia anzi la stessa potenza, però in uno stato meno espansivo ed oscillatorio, ma in quella vece più *attrattivo*.

Non ci intratterremo a parlare lungamente della ragione per cui non sia visibile nei solidi il moto oscillatorio, appunto perchè, dice l' autore il

loro stato solido lo impedisce; nè diremo delle varie ipotesi che influirono ad allontanare gli studii e le investigazioni intorno al medesimo; nè degli errori che dominavano la scuola jatro-meccanica in questo argomento, la quale voleva paragonare e spiegare le vibrazioni nervose efficienti la sensibilità con quelle delle corde tese e sonore; nè delle bizzarre idee di Robinson e Vandermond di cui l' uno ammetteva le macchinette papillari oscillanti entro la compage dei nervi, e di cui l' altro supponeva gli stami nervosi fatti a spirali, dall' elaterio delle quali spire derivava le vibrazioni e le trasmissioni nervose; nè delle sottilissime particelle del corpo supposte da Hartley tutte agitate secondo le idee Newtoniane dall' etere universale, che tali ipotesi passarono già fra le viete cose di cui appena fa cenno la storia della scienza.

Se non che lasciando l' autore tutte queste bizzarre e già neglette dottrine sulla vibrazione, egli vuole *i globicini animali nati fatti a dilucidare il potere vibratorio*, e per ciò si mosse ad *accarezzare questa scienza, perchè i globicini sono cosa tutt' affatto fisiologica, e seco loro l' oscillamento globulare; e con questo l' intimo oscillamento diffuso pei liquidi, pe' solidi, per le fibre e pei tessuti, intimo oscillamento che è valido quanto il sonoro de' meccanici senza punto imitarlo nelle vibrazioni universali; valido quanto il Papillare di Robinson, lo Spirale di Vandermond, e l' etereo-infinitesimale di Hartley, e valido quanto il Molecolare già dilucidato dall' Autore* nelle sue ... *Ricerche analitico-razionali sopra la fisica, e l' analisi e la vita delle molecole di più ordini; ma più del molecolare è Esteso e Risoluto perchè voluto dalla sperienza microscopica, dalla fisica e dalla ragione.*

Dopo avere in tal modo concluso che l' intimo oscillamento è il più idoneo alla spiegazione dei fenomi vitali, per vie più avvalorare il suo proposito premette alcune generali nozioni intorno, all' oscillamento il quale riduce alle cinque seguenti proprietà — 1.° *di grado*, — 2.° *di tuono*, — 3.° *di tenore*, — 4.° *di direzione*, — 5.° *d' armonia.* A queste generali proprietà caratteristiche delle vibrazioni della materia intende ridurre le proprietà caratteristiche delle vibrazioni che, secondo lui, costituiscono le funzioni vitali, poichè egli pone che le *economie animali risultino di armonica unità, d' incommensurabile numero di globuli vibranti. Laonde a questa quintuplicata vibrazione riduce l' eccitabilità dei nervi suscettibili di mutare secondo la natura degli stimoli ora separatamente ora contemporaneamente il grado, la frequenza o tuono, il modo o tenore, la direzione, la consonanza o armonia delle intime loro azioni.*

Di tal modo quintuplicata e l' incitabilità dell' organo vocale, quella del sistema arterioso, quella degli organi peculiari, e dell'interno organismo,

ciò che costituirebbe un sistema fisiologico vibratorio; perciò quintuplicate sono pur anche le turbazioni della forza vitale nei morbi, e quindi della *modalità* o della materia (tenore morboso) ciò che costituisce il sistema patologico vibratorio: quintuplicato è il modo onde si correggono le affezioni morbose colle cure dinamiche, e in ciò sta il sistema terapeutico vibratorio. Infatti le sostanze terapeutiche o accresceranno o diminuiranno gli stimoli *(supra-oscillazione)* o *(sub-oscillazione)*. — Operano lentamente o con rapidità *(tuono medicamentoso)*. — Hanno particolar maniera elettiva d'agire *(tenore medicamentoso)*. Di pari passo vuol che andiamo convinti che almeno quadruplicata è la forza vitale, ossia ha almeno quattro mutabilità contemporanee, quantunque la teorica brown-rasoriana non l'ammetta che una modificata di grado.

Pare finalmente all'Autore che cinque classici medici italiani contemporanei lasciano dedurre come, dalle definizioni che danno della vitalità, ammettano l'esistenza della vibrazione nella forza vitale. Fra questi cinque primo è Gallini che disse le molecole *mobilissime e pronte a cangiar positura senza perdere la tendenza a riacquistarla subito;* nelle quali parole Geromini vede caratterizzata *l'elasticità;* e tali idee includono implicitamente l'altra idea, così pensa l'autore, della vibrazione ossia dello oscillamento globulare. Rolando disse che nella *fibra nervosa* vi è una *disposizione molecolare sommamente atta a propagare le impressioni*, a quella guisa che gli altri corpi trasmettono i *suoni*, *i rumori e simili movimenti od oscillazioni.* Laonde Rolando ammette l'oscillazione molecolare nervosa; Giacomini ammette in alcuni stati infiammatorii che si possa suscitare nei nervi gangliari maggiore *oscillazione.* Buzzoni insegna che al muoversi d'un apparato le parti singole degli altri organi si muovono ed *oscillano;* il professor Medici congettura che l'elettrico possa per le continue sue attrazioni e ripulsioni tenere in uno stato di ondeggiamento e d'*oscillazione* le particelle dei tessuti.

Da tutti questi argomenti deduce che molti fenomeni animali palesano l'*esistenza della forza vitale* capace delle contemporanee particolarità di *grado*, di *tuono*, di *tenore*, di *direzione* e di *armonia*, e che tal forza si manifesti nell'oscillamento globulare.

L'*eccitabilità* sta nell'elasticità de'globuli e risulta dalle loro aggregazioni. L'*eccitamento* sta nell'*oscillamento.* Quindi il dire cogli *eccitabilisti*, la forza vitale essere una forza *sui generis*, è non calcolare la forza derivante dall'intima vibrazione delle parti, la quale è veramente una forza *sufficientemente cognita*, *una forza fisica*, suscettiva di impressione e di pronta reazione, e meglio atta della eccitabilità browniana a far comprendere il meccanismo di molte azioni vitali.

E qui l' autore dà fine all' erudita operetta, riepilogando in brevissime parole il già detto, ciò che per noi riesce inutile il fare.

Non è del nostro assunto portar giudizio su questo lavoro, pel quale certo noi diamo lode all' autore d'ingegno colto, perspicace e meditativo. Ciò dobbiam dire a giustizia del vero; e a onor del vero non taceremo che ci è sembrata per lo meno precoce l' idea d' una *scienza globulare*, se tuttora si disputa, sull' esistenza dei globuli. La scienza dei corpi è lo studio e la sposizione ordinata di tutte le loro proprietà, di tutti i loro fenomeni. Ma come si parlerà di fenomeni e di proprietà d' un corpo se ancora incerta ne sia l' esistenza?

Ma dato pure che si dimostri esistere i globuli nel sangue vivo e circolante sarà poi questa una verità tanto importante alla fisiologia? E sarà poi vero che per ciò dovrem quasi rifarci alla scienza atomistica per dar ragione dei fenomeni della vita? e che dovremo cotanto sperare a pro' delle dottrine fisiologiche dalle leggi delle attrazioni o delle affinità elettive, e da quelle ancora più generali delle imbibizioni, dette ai dì nostri *endosmosi?* Potremo noi credere che le dottrine atomistiche universali intorno alle vibrazioni sieno applicabili agli atomi viventi, e che le leggi che governano i globi della materia mondiale reggano i globuli della materia che vive? e lo potremo noi credere quando sì disparati confini dividono la materia organica dall' inorganica, la materia viva dalla morta? Se le vibrazioni degli atomi vivi o dei globuli si potessero provar veramente soggette alle leggi vibratorie dell' universa materia, se le leggi della vita si potessero spiegar meglio, come dice l'autore, colle leggi d'una *forza fisica* sia pure *sui generis*, la fisiologia non troverebbe più i limiti che separano la morte dalla vita, e la materia posta in istato di vibrazione avrebbe per lo meno attitudine ad esser vitale. Ma le leggi della vita, o della materia a cui essa presiede sono leggi per tal modo speciali, che nel gran cerchio delle forze dell' universa materia non si racchiudono, e la materia vitale gode appunto di quell'attributo fino a che in essa alle forze comuni della materia prevalgono quelle speciali della vita.

Colle quali cose che noi scriviamo a proposito della dotta ed erudita memoria dell' ingegnoso dottor Pari, nè egli, nè altri supponga mai aver noi voluto minimamente togliere al molto merito dell' autore; chè non è nostro costume sentenziare così alla spensierata e con quattro parole, come non radamente si suole, le meditate e sudate opere degli scrittori. È nostra intenzione solamente di rendere in generale accorti i fisiologi a non dar troppo valore alle dottrine fisiche, chimiche e meccaniche nella spiegazione dei fenomeni della vita, che tal pecca si fa frequentissima ai nostri giorni.

INTORNO ALLA MEMORIA

SULLA NATURA,

SULLA VITA E SULLE MALATTIE DEL SANGUE

DEL PROF. GIACOMANDREA GIACOMINI

OSSERVAZIONI

DEL DOTT. BARTOLOMMEO BIZIO

Alla precedente memoria del dott. Pari intimamente si collega per fratellanza d' argomento quella del dott. Bizio.

Parve a questo illustre ed onorevolissimo nostro chimico che nel dotto lavoro del professor Giacomini vi avessero di tali dettati da non doversi lasciar senza esame. L' ufficio che noi ci togliamo nel dare il compendio della scrittura del dottor Bizio sarà poco più che di semplici spositori, sinceramente desiderosi che l'astinenza per parte nostra da critiche riflessioni valga in qualche modo a testimoniare lo studio in cui siamo d'affreddare o di spegnere anzichè d' accalorir le contese, le quali se per avventura il midollo della scienza non tocchino, rubano vanamente a due illustri scienziati quel tempo in polemiche ch' essi devono con tanta lor gloria a più gravi ed utili studii. Nè vogliam dire con ciò che utile e buono non sia il ministero della critica e della polemica. Sì certamente lo è: diciamo anzi ch' è necessario, e al vero e al retto conduce se ingenuo addita e commenda i pregi dell' opere, se non astioso ne disvela i difetti, e sincero gli uni propone ad imitare e gli altri cortese invita a correggere.

La prima cosa che ha fermato l'attenzione del dott. Bizio, così scrive egli stesso, si fu la sentenza del prof. Giacomini colla quale afferma che *pesando il sangue appena estratto, e pesandolo di nuovo dopo dodici o ventiquattr'ore, desso è considerabilmente diminuito di peso.*

Il dott. Bizio è d' avviso che il sangue estratto non perda altrimenti di peso più di quello che perda una superficie d'acqua alla stessa temperatura; e reca in prova una sua sperienza, che consiste nell'aver fatto evaporare alla stessa temperatura e sotto l' influenza delle medesime circostanze

un ugual peso ed un' egual superficie d' acqua e di sangue. Se non che probabilmente Giacomini e Bizio non s' accordano in tutte le circostanze del fatto su cui cadde lo sperimento, poichè mentre Giacomini parla di sangue arterioso, par che Bizio abbia sperimentato sul sangue venoso.

La seconda osservazione del dott. Bizio è relativa all' esistenza dei globuli nel sangue; in questo argomento non è di contrario avviso di Giacomini, col quale anzi ammette non esistere i globuli nel sangue vivo e circolante, e concede essere il sangue vivente un fluido *omogeneo*, ciascuna molecola del quale però, egli dice, può comprendere benissimo l' *ematosina*, *la fibrina*, *l' albumina*, *il siero*, *i sali e tutte le sostanze che in esso furono scoperte e si scopriranno*. E in questo senso, e non altrimenti, egli avvisa che si debba intendere la parola *omogeneo*.

La terza osservazione del dott. Bizio cade sul colore del sangue, che il prof. Giacomini, in un luogo asserì *di color uniforme e non roseo, ma pallidissimo quasi lavatura di carne o liquore ranciato*, e per converso altrove definì *come a bolle trasparenti e senza colore*, e finalmente in altro luogo (parlando dell' insufficienza dei mezzi chimici a farci conoscere la composizione del sangue vivo e circolante), disse apertamente che non v' ha altro mezzo a giudicare il sangue vivente nell' uomo, che osservarlo alla superficie del corpo attraverso alla cuticola e all'epitelio, nel qual caso *i sensi ci annunziano il sangue arterioso pel color roseo più o men vivo che traspare, e pel colore più o men prossimo al naturale che percepiamo; e quanto al sangue venoso, pel color plumbeo livido o violaceo* che si osserva.

Poste queste diversità d' apparenze, qual sarà dunque il colore del sangue? Ecco ciò che domanda il dott. Bizio; se non che noi dubitiamo che gli possa essere per avventura sfuggito che il professor Giacomini parla del color del sangue vivo e circolante, ma quale ci appare veduto attraverso ora ad un' altra delle varie membrane degli animali. Per entro a questi differenti mezzi o tessuti, come è ben naturale, ora ci si mostra d'un colore, ora di un altro, a tenore della struttura della spessezza e del colorito medesimo delle membrane o del tessuto da cui ci traspare.

Ma poichè, dice il dott. Bizio, è così poco fiducioso il prof. Giacomini nella chimica organica, perchè poi accettare così facilmente la scoperta fatta sicuramente nelle *ampolle dei chimici* che la fibrina e l' albumina sieno la stessa cosa, col solo ed unico divario che questa sia tenuta sciolta nel siero per opera d'alcuni sali, e l'altra lasciata nella sua già conosciuta costituzione per difetto dei medesimi?

Io non dubito della cosa, dice il dott. Bizio, *ma quella scoperta non*

ha avuta ancora quelle iterate conferme che conseguirono altri materiali immediati del sangue.

Noi siamo dell'avviso del dott. Bizio, ritenendo con lui probabilissima la cosa; e tanto più ciò affermiamo che vanno vieppiù crescendo ogni giorno le prove chimiche e fisiche dell'identità dell'albumina e della fibrina, e della sola diversità di stato e di forma operata dai chimici agenti.

Infatti siamo anche noi al caso di citare due nuovi fatti comprovanti questa scoperta. L'uno è registrato nel *Resoconto delle sedute dell'accadem. delle scienze. Novemb.* 1840, in cui si legge una nota di Letellier sul processo di Denis per convertire la fibrina in un liquido avente molte proprietà dell'albumina mediante una soluzione di sotto carbonato di soda; l'altro un fatto recente osservato dai signori Zantedeschi e Fario, i quali cimentando l'albume cogli apparati voltaici, videro l'albumina convertirsi in una materia tenace e quasi fibrosa, avente tutti i caratteri fisici della fibrina.

Al dottor Bizio pare poi ingiustizia l'asserire che fa il prof. Giacomini come niente valsero e valgono gli studii dei chimici a farci conoscere la composizione del sangue vivo e circolante, per la ragione, dice quel professore, che essi non lo possono esaminare che estratto dal torrente della circolazione, cioè *morto;* quindi la moderna chimica organica, egli dice, non può che dimostrare una verità da lui tante volte proclamata, che, cioè, le *leggi della vita non hanno nulla di comune con quelle della chimica, e che male per questa via si spererà giammai di trovar luce intorno ai fenomeni dei corpi viventi.*

I differenti risultamenti d'analisi che ottennero i chimici, e le stesse variate risultanze avute da uno stesso chimico nel ripetere i processi analitici sul sangue si portano dal prof. Giacomini a conferma della sua proposizione. Al che risponde il dott. Bizio che queste varie discrepanze proverebbero che il sangue non è di *composizione così costante*, e che i mezzi chimici impiegati non hanno ancora potuto raggiugnere la maggior perfezione; ma che non pertanto anche nello stato attuale della chimica, le varie risultanze nella composizione del sangue ci forniranno differenze d'indizii patologici; e in prova dall'utilità della chimica nelle investigazioni fisiologiche adduce la scoperta che l'officio della digestione è dovuto all'acido idroclorico gemente dalle membrane gastriche, e descrive il meccanismo fisiologico della digestione stessa in alcuni animali.

Se non che, a proposito delle incertezze regnanti nella chimica organica, vorrebbero alcuni secondo i più recenti lavori di Wasmann (1), che

(1) *Vedi il vol. IV, del Memoriale della Medicina contemporanea, p.* 706.

non fosse oggidì più dovuto all' acido idroclorico il processo della digestione, ma bensì ad un altro principio detto *pepsina.*

Il prof. Giacomini asserisce essere punto di dottrina universalmente ricevuto, che il sangue venoso abbondi di gas acido carbonico e difetti d' ossigeno, e nell' arterioso all' opposto prevalga il primo e manchi il secondo, quando in quella vece il gas acido carbonico che si trova nell'aria espirata non sarebbe che una esalazione delle estremità delle arterie bronchiali. Anche le recenti sperienze di Mac-Gregor (1) dimostranti la proporzione comparativa dell'acido carbonico esalato dal polmone dell'uomo in istato sano (3-5 *per cento dell' aria espirata)* in paragone di quella esalata in alcuni stati morbosi (6-5 ad 8-5 *per cento dell' aria espirata)*, sarebbero favorevoli all' ipotesi dell'esalazione dell'acido carbonico operata dalle estremità delle arterie bronchiali, le quali, com' è evidente, in istato morboso accrescerebbero l'attività della loro funzione esalante. Il dottor Bizio invece opina che universalmente si ammetta più del sangue arterioso abbondare di carbonico il venoso, il quale per l' atto della respirazione si *decarbonizza*, il che, dice il dott. Bizio, si fonda su sperienze d'uomini i più idonei ed insigni ; quindi i piccoli divarii nei risultamenti di tali sperienze non offendono altrimenti il massiccio della scoperta, per la quale si insegna che nella respirazione l' ossigeno dell' aria si tramuta in gas acido carbonico, mediante quel carbonio di che sopra l' arterioso si è caricato il sangue venoso ; nel che, conchiude il dott. Bizio, è chiaro che i principii materiali penetrati nel corpo vivente agiscono a quel modo che è relativo alle leggi conosciute della fisica e della chimica, temperate e dirette dal magisterio della vita ; e si duole che il prof. Giacomini non abbia addotto nè fatti, nè ragioni a dimostrare l'esalazione dell'acido carbonico operato dalle radici od estremità delle arterie bronchiali.

Al prof. Giacomini che domanda ai chimici se potessero mai additargli come abbia origine l'*ematosina* negli animali erbivori, e con quali alimenti si formi, mentre nei loro alimenti nulla v'è che possa contenerla, risponde : che le materie azotate contenute appunto nei loro alimenti sono gli elementi dell'ematosina, chè non suppongono nemmeno i chimici potere in alcun modo passare l' ematosina bella e formata dagli alimenti nel sangue, e siccome, egli dice, vediamo tuttodì alcune opportune alterazioni dar origine a nuovi prodotti, fra cui uno sarebbe, per esempio, quello che l' acido solforico, per chimica legge, trasforma l' amido in zucchero, così non si potrebbe negare che il magistero della vita non generi

(1) *Biblioteca universale di Ginevra, Ott. n.* 58-1840.

lo zucchero nelle cannamele e nelle barbabietole, e la chimica può oggidì gloriarsi di recare innanzi materie la cui produzione è governata dalle leggi della vita, identiche a quelle derivanti dalle sole leggi della chimica.

Gli elementi costituenti il sangue, soggiunge il dottor Bizio al prof. Giacomini, che nega ai chimici la possibilità di poterli precisare, sono gli stessi di tuttigli altri che si riscontrano nelle varie parti animali, cosicchè è cosa più sicura il dire che una data sostanza conticae l'azoto, il carbonio, l'ossigeno, il calcio, il sodio, il fosforo, il zolfo e le differenti loro combinazioni, che accertare tutti i materiali immediati delle varie parti animali.

Se alcune sostanze, quali il nitro, il prussiato di ferro, il mercurio, l'arsenico, introdotte ed assorbite, non sono poi trovate nel sangue dai chimici reagenti, non è ciò, dice il dott. Bizio, perchè il magistero della vita le abbia convertite nella stessa sostanza del sangue, come opina il prof. Giacomini, ma ciò avviene per chimiche tramutazioni e combinazioni; infatti secondo le esperienze di Rose, mescendo un sale di ferro ad una soluzione d'ematosina o d'albumina, i chimici reagenti non ne lo possono più scoprire nella soluzione, per la speciale chimica combinazione incontrata dall'ossido di ferro con quelle sostanze organiche sciolte nell'acqua.

Delle tre fonti considerate dal prof. Giacomini, e in generale da tutti i fisiologi e i medici, come le preparatrici continue degli elementi formanti il sangue, *cioè*, *digestione*, *respirazione e assorbimento*, non concede il dott. Bizio che la prima, appoggiando questa sua opinione ad alcune considerazioni che, per quanto ingegnose, se troveranno opposizione in tutto quello che insegnano e dimostrano i trattati di fisiologia e di pratica medica, noi certo non ne darem colpa all'autore, il quale non è nè medico nè fisiologo; e quindi passeremo ad altro argomento.

Alla dottrina del prof. Giacomini che stabilisce *l' identico sangue e l' identica molecola sua esser atta a trasformarsi in tendine, in nervo, in osso, ec. purchè soggiaccia a quelle nuove specifiche azioni che alcuni particolari organi, e non altri, sono destinati ad imprimervi*, si oppone dicendo sapersi dalla sperienza chimica (la quale concedendo pure esattissima, sarà sempre sperienza fatta sul sangue morto) che un' identica molecola di sangue si compone di altre molecole fra loro diverse, delle quali una è identica con quelle molecole che si trovan nel nervo, una con quelle che si trovan nel muscolo, ec., e che quindi è inutile che la fisiologia vada cercando queste trasformazioni delle molecole nei varii organi particolari, se già la chimica gliele addita precedentemente belle e apparecchiate.

Se non che, concessa pure questa ipotesi, resterebbe sempre a domandare che forza potesse esser poi quella che prepara nel sangue queste tali molecole di cui una è identica a quelle dell' osso, una a quelle del nervo, ec., se non è la forza vitale, poichè la forza chimica quand' anche le potesse additare precedentemente apparecchiate, non potrà valer certo ad apparecchiarle mai.

Se non si contenessero, prosiegue a dire il dott. Bizio, nel sangue già formate le varie molecole destinate alla riparazione e nutrizione degli organi, ma sì dalla varia attività dei particolari organi si formassero i principii necessarii al loro incremento ne conseguirebbe che indifferente affatto sarebbe qualunque fosse la composizione del sangue, bastando a tutto l'attitudine degli organi, perchè sono dessi che si creano il materiale di cui abbisognano.

L' autore a confermar questa idea con esempii suppone che un convalescente, o chi sia guarito perfettamente da malattia, si trovi in tale stato da avere tutti gli organi perfettamente sani e idonei a crearsi dal sangue i materiali di cui abbisognano a ristorarsi dai passati morbosi impoverimenti. In tal caso, dic' egli, sarebbe indifferente il nudrire questo individuo d'erbaggio o di carni, poichè gli organi basterebbero a formarsi di per loro stessi la materia che loro è necessaria. Ma come è, domanda il dott. Bizio, che in pratica non avviene la cosa di questo modo? Perchè gli organi, egli dice, non possono appropriarsi dal sangue quello che il sangue non ha; sì bene si appropriano quello che nel sangue precedentemente si trova.

Ma si potrà poi egli ammettere, rigorosamente parlando, che un convalescente, e chi sia anche perfettamente guarito da malattia, si possa definir con certezza come tale che abbia gli organi perfettamente sani e atti ad appropriarsi e a crearsi i materiali di cui abbisognano? Ciò in generale è contrario a quanto pensano i medici sullo stato della convalescenza, nella quale i patologi anzi ammettono una opportunità decrescente alla malattia.

E d' altronde, se si vogliono supporre i materiali già belli ed apparecchiati nel sangue, eccoci alla solita dimanda, quali sono gli organi e le forze che gli hanno apparecchiati? poichè egli è certo a non muoverne dispute che niuna elaborazione si può fare e si fa nel corpo vivente che per mezzo degli organi. Noi piuttosto crediamo di dire, che la differenza sta in ciò che gli organi da un sangue omogeneo, o, con altri vocaboli, composto omogeneamente di parti congrue e nutritive si appropriano e si creano un materiale congruo e nutritivo, e da un sangue omogeneo,

ma composto omogeneamente di parti incongrue, irritanti e non nutritive, s'appropriano un materiale incongruo, irritante e non nutritivo, che riesce eterogeneo ai loro bisogni, che divien causa insieme ed effetto di morbi.

Siccome il prof. Giacomini ammette che il sangue possa alterarsi quando per injezioni o per altra via vengano in esso introdotti principii stranieri, e che i rimedii, i veleni ed i contagi per ispiegare la loro potenza sulla fibra debbano venire introdotti nel sangue, e cambiarne per un dato tempo le attività e le crasi, così il dott. Bizio conchiude che si potranno benissimo insinuare nel sangue anche per le vie gastro-enteriche alcuni materiali immutati, disacconci alle buone assimilazioni, e quindi primitivamente alterarlo. Per tal modo l' alterazione degli organi non sarebbe che l' effetto di quella del sangue. A convalidare questa opinione cita ad esempio il caso d'un individuo che morsicato dalla vipera e non congruamente medicato, *con tutti i tessuti perfettamente sani*, non pertanto per l' alterazione del sangue morrebbe; onde conchiude, che quel sommo attributo dato agli organi il *più di sovente è un errore patologico.* Se non che è difficile il concedere che altri muoia di veleno viperino, e muoia con tutti gli organi perfettamente sani. Non è facile del pari l'ammettere che, specialmente attraverso alle vie gastriche (organi quali sono sì eminentemente attivi e laboriosi a tramutar vitalmente la materia soggetta al loro magistero), alcuni principii passino non tocchi ed immutati nel sangue; e quand' anche pel fatto immutati potessero giugnervi, non si potrebbe supporre che tali vi rimanessero, dal momento che sappiamo dalle stesse citate sperienze di Rose che basterebbero a tramutarli le sole chimiche forze, e quanto a noi diremo a connaturarli col sangue le forze vitali o quelle degli organi sanguificatori; perchè, nel concetto che noi ci formiamo di tal metamorfosi, ne risulterebbe, in senso nostro, un sangue bensì di composizione in sè stessa omogenea, di cui cioè ogni molecola conterrebbe gli stessi principii della massa totale, ma questo sangue o questa massa riuscirebbe viziata, eterogenea rispettivamente alla vita e ai bisogni degli organi, fatale anzi talvolta alla loro esistenza. Questo concetto è fisiologicamente e patologicamente meglio ammissibile, se non più vero, dell' ipotesi che possano alcune sostanze introdursi e restare immutate nel sangue; il che alle risultanze fisiologiche e patologiche oppugna quanto alle chimiche stesse.

E in prova di queste nostre idee, chiameremo quei fatti riferiti dallo stesso dott. Bizio e dal prof. Giacomini; fatti cioè che provano l'attitudine degli organi, per impulso di certe cause, a mutare d' improvviso e rapidamente la crasi del sangue da convertirlo in un liquido nocivo e poco

meno che velenoso; i quali fatti però il dott. Bizio considerando *come isolati e senza alcun legame fra loro, non danno il minimo diritto ad inferire illazioni generali sopra gli attributi degli organi, e solamente vogliono considerarsi quali fatti degni d' uno studio particolare, . . . a rischiarare quali farà mestieri prendere a scorta quella chimica che adesso si vorebbe prima di qualunque ingerimento nei fenomeni della vita;* il che se altri pensasse e dicesse, avrebbe il massimo torto di pensare e di dire.

Con tali parole chiuse la sua memoria l' egregio dott. Bizio, dalle quali, che abbiamo a bello studio trascritte, vedranno i lettori com' egli sia zelante difensore degli attributi e della dignità della propria scienza, quanto n' è illustre e lodato cultore. E da nobile zelo, e da non altro indubitamente, ebbe origine la sua polemica contro il professor Giacomini, nella quale s'egli talvolta, uscendo dai confini della propria scienza, diede in iscogli a cui non è difficile il rompere a chi che sia, noi, estimatori veraci d' un sì valente chimico, non gli abbiam taciute però le poche obbiezioni che prime ci corsero alla mente, con quella rispettosa imparzialità che la scienza comanda e l' urbanità consente. Così almeno speriamo d' aver fatto (1).

(1) *Memoriale della medicina contemporanea, vol. V, p. 3 e segg.*

APPENDICE

AL TRATTATO SUL SANGUE DEL PROF. GIACOMANDREA GIACOMINI

IN RISPOSTA ALLA MEMORIA:

Difesa dei globetti del sangue combattuti dal professor Giacomini, del sig. dottor A. Giuseppe Pari; Udine, 1840;

ED ALLE

Osservazioni del sig. dottor Bartolammeo Bizio intorno alla memoria:— Sulla natura, sulla vita e sulle malattie del sangue, del professor Giacomini. Venezia, 1840.

Rispondendo alle critiche osservazioni del sig. dottor Pari ed a quelle del sig. dottor Bizio io non rompo il già noto proponimento di lasciare nel disprezzo tutte quelle che l' hanno meritato. Toglier quindi dal fascio gli scritti di questi due scienziati, siccome quelli che mostrano almeno d' aver operato con intima persuasione e con buona fede, io reputo debito di giustizia e di urbanità inverso loro. Di che, io spero, essi mi sapranno grado, se pensano che per far questo io sono costretto interrompere altri lavori assai più gravi di scienza. Varrà ancora cotal pensiero a mia scusa e presso loro e presso que' che leggeranno, se il mio dire sarà breve, rapido e per la fretta disadorno.

Difesa dei globetti del sangue combattuti dal professor Giacomini, è il titolo della memoria del dottor Pari. Scopo di questo scritto si è di difendere un tentativo di cui si occupa da qualche tempo il nostro autore per una nuova dottrina medica *zoo-globulo-elettrica* ch' egli ha creduto venisse indirettamente infermata od attaccata dal mio trattato sul sangue. Non so perchè egli abbia voluto con quel titolo della sua memoria dipingermi come un paladino nemico e combattitore dei globetti del sangue nell' atto stesso che colle mie parole riporta quello che io ho osservato e descritto nella rana sotto nome di *bolle trasparenti e senza colore ora ellittiche or d' altra forma, ec;* ciò che come rettamente egli avverte, corrisponde ad una sorte de' così detti globuli degli autori. Come ha egli potuto o credere o far credere che io negassi ciò che ho detto d' aver

veduto? Che la forma primitiva elementare del sangue sia o no sia globosa, io nol so e nol negherei giammai, come non negherei, nè affermerei che sia globosa la forma dell'acqua e degli altri corpi tutti e fluidi e solidi. La questione adunque non è sopra ciò. E da questa sola dichiarazione il sig. Pari vedrà quanta parte della sua memoria, compreso il titolo, sia da sopprimersi, almeno perciò che ha riguardo a me.

Ma la cosa cambia di aspetto allorchè il sig. Pari mi fa dire (pag. 22) *che quelle bolle ricevute sul vetro manifestano internamente un nucleo circondato da materia semifluida e trasparente*, ed afferma che *io trovai simiglievoli queste bolle tanto circolassero nei loro vasi, quanto fossero uscite dagli stessi.* Il mio testo suona assai diversamente, ed egli stesso l' ha riferito alla pag. 18, ed è così: « Uscendo dal vaso quelle bolle e ricevendole sul vetro si vedevano poco dopo coagularsi in forma elittica, ma inegualmente, per cui una parte più densa e più opaca si raccoglieva o nel centro o nell'uno o nell'altro punto della bollicina, e questa a guisa di nucleo era circondata da materia fluida e trasparente. » Trova egli somiglievole questo nucleo opaco e solido circondato da materia fluida, che va formandosi sotto l' occhio, lo trova egli somiglievole colla bolla trasparente che circolava nei vasi? Io no certo, che veggo anzi una tanta trasformazione, quanta ve n' ha dalla vita alla morte, veggo nascere nella bollicina della rana quello stesso scomponimento di un fluido omogeneo in due sostanze diverse una coagulata, una liquida, che veggo nascer più in grande e più lentamente in un salasso eseguito sull' uomo. Il punto della quistione adunque non istà nel negare l' esistenza dei globetti che con tanto ricca varietà e tutti a lor modo hanno descritto gli autori sul porta-oggetti del microscopio, non istà nel negare la forma primitiva globulare dei liquidi e dei solidi, che io non ho negato nulla di ciò: ma è posta invece nel decidere se quei globuli e quello siero in cui nuotano fuori dei vasi, siano nei vasi in questa condizione di particelle più o men solide nuotanti in un liquido; se il sangue mentre vive sia composto di due materie, ossia un umor solo, un umore omogeneo, capace però di dividersi in due od in più materie distinte, ma soltanto per opera di una decomposizione che precede alla morte sua, ed è il primo vero segno che la appalesa; se in fine tutto quello che si è detto intorno ai globetti del sangue, alla grandezza, forma e colore che andrà pur benissimo se si contempla sui vetri del microscopio, non va più bene quando si riferisca al sangue circolante, perchè allora entriamo in una serie di illusioni, la prima e più notabile delle quali è quella di considerare per sangue vivo quel sangue che è morto, che non è più sangue, ma una trasformazione

sua, un prodotto e un risultato delle fisico-chimiche influenze che esso ha incontrate. Questa e non altra è la mia tesi; ed a sostenerla ho addotto tali argomenti ch' io ho creduto e credo vittoriosi, ho addotto ciò che ho osservato co' miei occhi, accennando come e perchè i varii autori abbian potuto vedere diversamente da me e gli uni diversamente dagli altri. Con tutto questo io non ho avuto la fortuna di tirare nella mia persuasione il dottor Pari, e dispero affatto di poterlo giammai convincere dopo quello che egli ha pubblicato non ha guari nella Gazzetta privilegiata di Venezia. Crede egli infatti di avere con certo meccanismo fatto rivivere il sangue parecchie ore dopo che era estratto e coagulato, e quel che più monta, dopo averlo col mezzo delle verghe battuto e spoglio della fibrina. Doveva quindi questa sostanza parergli inutile, ed io aggiungerò più che inutile, giacchè la fibrina avrebbe valso ad impedire il miracolo. Ma io ho forse detto male a dir *rivivere*, poichè il sig. Pari non considera per morto il sangue neppur coagulato, onde tutto al più dovrà ritenersi come in uno stato d' asfissia. Se tale è il suo concetto della vita, noi certo non ci intenderemo l' un l' altro, e sarà inutile il disputare. La è questa una vita che daria il più grande esempio e la più luminosa prova di un altro scritto — *sulla difficoltà di morire* — che è comparso nella stessa Gazzetta di Venezia poco dopo quello del sig. Pari. Ed io concederò volontieri che simili cose stien bene in una Gazzetta popolare per dar conforto agli ipocondriaci e per metter buon umore nei lettori, ma non credo siano da prendersi dai medici in sul serio.

Non intendo io qui di combattere gli argomenti che il sig. Pari mette in campo per provare la vita sussistente nel sangue anche dopo uscito dai vasi, ma soltanto di prendere in esame quelli che egli porta contro la opposta mia tesi, togliendoli dagli effetti delle trasfusioni del sangue o piuttosto dalle illusorie speranze e dalle conclusioni di alcuni che le hanno eseguite. E qui io non posso menar buona al sig. Pari la scusa di non aver fatto calcolo del mio trattato sulla trasfusione del sangue perchè non gli pervenne il mio fascicolo che all' istante in cui la sua memoria era per sottoporsi alla stampa: ond' egli si contentò di parlare con molta leggierezza di quel mio trattato in una nota. S'egli avesse considerato quel mio trattato avrebbe veduto che in esso non fanno, come egli dice, *bella mostra le sole trasfusioni fatte con sangue tolto da animali differenti di specie a quelli sottoposti agli esperimenti.* Al contrario avrebbe veduto, che passando io sopra agli esperimenti mal riusciti, mi sono appunto fermato ad esaminare quelli tutti che si danno per favorevoli alla trasfusione, ed ho mostrato che tutti i casi, ne' quali s' è creduto

che il sangue trasfuso ravvivasse gli animali che erano stati davvero dissanguati, essi infatti morirono dopo aver presentato qualche agitazione che fu presa per ravvivamento, e che si sarebbe ottenuta anche al praticar nel loro corpo delle trafitture o dell' altre offese: che tutti quegli animali e quegli uomini che dopo la trasfusione non morirono, ciò fu perchè non erano dissanguati davvero, e perchè il sangue trasfuso fu in tanto piccola quantità che non ha potuto nuocere gran fatto, e che non poteva per certo valere a tener luogo del sangue perduto se la perdita fosse stata tale da minacciare la morte. Io dedussi da ciò che la piccola quantità del sangue introdotta potè essere tollerata e non riuscir funesta. Ma veggasi diversità di logica: altri invece deducono essere sufficiente a salvar la vita di uno svenato *una piccola quantità di sangae trasfuso; il che* (aggiungono) *non si può altrimenti chiarire se non coll' ammetter nel sangue una particolar potenza dinamica.* Dietro al qual ragionamento viene necessaria la conseguenza, che se poche oncie di sangue trasfuso compensano il danno di molte libbre di sangue circolante perduto, deve la trafusione compartire al sangue maggior potenza dinamica della sua ordinaria e naturale. E cosiffatta logica garbò al sig. Pari meglio della mia.

Ma il sig. Pari insiste sopra una circostanza delle trasfusioni, sull'esser cioè Blundell giunto a far *vivere alla lunga molti animali senza dar loro verun nutrimento, solo injettando sangue nelle loro vene;* ciò che a parer suo prova non una semplice tolleranza, ma una vera nutrizione immediata. E se io gli dicessi che tutti quegli animali finirono colla morte, e che finchè resistettero vivendo non si cibarono, perchè la grave malattia sopravvenuta lo impedì loro? Se io gli dicessi che neppure il febbricitante si ciba, crederebbe egli che la febbre lo nutre? Posto però ancora che il sangue trasfuso potesse sostenere la nutrizione, ne verrebbe egli perciò che il sangue sia vivo? È egli vivo il sangue di cui alcuni si cibano, ed è forse per ravvivarlo meglio che prima lo pongono a cuocere od a friggere? E non mi contrapponga il sig. Pari che altro sia introdurlo nelle vene direttamente, altro per la via dello stomaco, perchè io gli replicherò quello che ho detto nel trattato delle injezioni nel sangue che egli avrà letto dopo quello delle trasfusioni. E da questo sarà, spero, convinto che le sostanze injettate nelle vene, producono gli stessi effetti che in minor grado producono introdotte nello stomaco. Per la qual cosa se il sangue trasfuso fosse atto a nutrire, ciò non proverebbe che esso viva più del pane o dell' altre vivande che ci vengono apprestate alla mensa. Se il sig. Pari avesse meditato sul mio lavoro relativo alla trasfusione, giusto come egli è e gentile, non avrebbe negato a me il vanto d' avere pel

primo introdotto in quell' argomento la filosofia critica dei fatti e d' averli ridotti alla vera loro interpretazione. Dietro a che venendo assolutamente dannata quella operazione, credo di aver recato non lieve servigio alla scienza ed all' umanità col mettere in avvertenza coloro che si avvisassero di volerla tentare sul suo simile.

Giusta il professor Giacomini (dice il sig. Pari) *colla trasfusione mediata nelle vene si schizzetta un umore corrotto; ma e come il giudizio non uscirà dalla carreggiata se la voluta poltiglia stimola per lo meno i solidi come fosse verissimo sangue, e se lo stesso autore sostiene solidamente che i fluidi corrotti mandati nelle vene ammorbano i solidi?* A questa contraddizione che mi viene affibbiata io non risponderei se non avessi molta stima e dell' ingegno e del carattere personale del dottor Pari, e non fossi sicuro che egli non è tale da voler seguire il mal vezzo di tanti i quali falsificano i miei concetti per creare delle contraddizioni. Il signor Pari ha sicuramente peccato per inavvertenza e non per malizia. Egli correggerà adunque la parola *umore corrotto* coll' altra *umore morto*, e così si tornerà in carreggiata non da me che non vi sono uscito, ma da lui. Nè sarà punto bisogno che gli insegni qual differenza sia fra materia morta e materia corrotta, e che gli dica che noi introduciamo continuamente in noi delle materie morte, ma non delle materie corrotte.

Non mi voglio arrestare sopra altre cose di minore importanza, come sull' aver io escluso per vedere il sangue circolante ogni altro luogo tranne quello delle trasparenti *esteriori* membrane (la parola *esteriori* c' è di più): sul dire che io mi sono contentato di ripetere più volte che il sangue ha una vita dipendente dai solidi (ciò che ho provato amplamente con quasi mezzo volume, cioè col capitolo delle nozioni fisiologiche, con quello delle nozioni patologiche e con quello della relazione fra le varie apparenze del sangue estratto e lo stato degli organi circolatorii); su ciò che egli dice dell' endosmosi e dell' esosmosi relativamente alla respirazione (su questo argomento lo inviterò ad udirmi fra poco, dovendomela intendere col suo commilitone sig. dottor Bizio). Così io non entrerò nel restante della memoria ove tende a sviluppare la sua dottrina zoo-globulo-elettrica, e non vi entrerò per due ragioni: una semplicissima, perchè il mio scarso intelletto non giunge a comprenderla; nè io voglio imitar quei coraggiosi che si fanno a ragionare di ciò che non intendono: l' altra perchè non è mio costume di prendere a combattere le dottrine altrui qualunque siano; ma sì di coltivare, rettificare e difendere quanto è in mio potere quelle dottrine che a me sembrano unicamente vere.

Lo scritto del dott. Bartolommeo Bizio: *intorno alla Memoria sulla*

natura, sulla vita e sulle malattie del sangue del professor Giacomini, è sì legato con quello del dottor Pari per molti rapporti, ch'io deggio pregare il sig. Bizio a legger quello che precede, ed il sig. Pari a continuarmi la sua benevola attenzione su quello che seguirà.

Quanto allo scopo, io confesso, ho sulle prime sospettato che il dott. Bizio non volesse che far coro con certi altri miei oppositori già conosciuti; ma venni assicurato da persona a cui credo, non esser egli da ciò. D' altronde annunzia egli stesso che ella fu *una mia asserzione così nuova e singolare in cui s' è* imbattuto che lo condusse *a guardar il lavoro un po' più attentamente*, e fu per tal mezzo *che appostò qua e colà non poche sentenze discordanti coi fatti più notorii da non doversi lasciare senza un esame accurato.* Una così fatta scoperta era, non v' ha dubbio, motivo più che sufficiente perch' ei si accingesse a prender la pena contro la mia memoria, tanto più che ciò non doveva costargli, com' egli si esprime, che una *tenue fatica.*

Ecco la prima cosa che ha fermata l' attenzione del sig. Bizio. « Se il sangue si pesi appena estratto e si pesi nuovamente dopo dodici » o ventiquattro ore, è considerabilmente diminuito di massa. » *Questa franca asserzione, questa considerabile diminuzione di massa* parve al sig. Bizio *decisamente impossibile*, e perciò diede mano allo sperimento. Trasse da persona sana 18 dramme di sangue, lo collocò in un piccolo armadio chiuso, e pesatolo dopo ventiquattro ore trovò una diminuzione di grani 14. Fece di più: mise delle stesse condizioni altrettanta acqua a 31.° del Reumuriano e la diminuzione di peso fu di 15 grani crescenti; dal che deduce *potersi ammettere che tanto l' uno che l'altra diminuiscono egualmente.* A me sembra però che la differenza di oltre un quindicesimo sia molto considerabile; se non che il sig. Bizio ha voluto qui che l'esattezza del chimico cedesse alla generosità in favor dell' avversario. Ma, di grazia, vuole egli sostenere con ciò che la perdita di 14 grani sopra 18 dramme non sia perdita considerabile, che considerabilissima non sia la perdita che fa un liquido acquoso per la naturale evaporazione, se questa sola varrebbe di per sè (ove altro non fosse) ad asciugare non che le paludi e gli stagni, il mare medesimo? Che v' ha egli a ridire su ciò? Se v' ha qualche cosa a ridire egli è sulle spiegazioni, sulle deduzioni e sulle conseguenze relative a quel fatto che il sig. Bizio ha immaginato di suo capo ed ha voluto attribuire a me o far credere che mia ne fosse l' invenzione. Io non ho detto, si noti bene, che quella perdita si dovesse ai principii volatili, non ho detto che essa fosse maggiore o minore o diversa da quella che viene dalla evaporazione; io non ho tratto nessuna deduzione, nessuna

conseguenza da ciò. Facendo la storia e non altro dei fenomeni e dei cambiamenti fisici che si operano nel sangue uscito dai vasi, ho parlato di quelli dell'odore, del colore, della temperatura, della consistenza, della forma e del peso. Con ciò io non ho annunziato che dei fatti. Le conclusioni tutte che io voleva trarre dal mio lavoro, io le ho esposte con parole chiare e tonde, e nessuna io ne ho lasciata nella pena. È egli adunque ufficio di buon critico attribuirne a me dell'altre che non ho neppur sognate per darsi il merito di combatterle? Avesse egli almeno combattuto con valore quel fantasma che si è creato egli stesso! Ma ciò non si fa coll' affermare che il *sangue, data la medesima superficie evaporante, la stessa temperatura* (s' intende nel liquido) *ed un' eguale condizione igrometrica dell' aria ambiente, dovesse diminuire tanto di massa quanto fosse per iscemare nel medesimo tempo un peso eguale di acqua.* Prima di tutto come può egli passarsi ad un chimico che rispetto all'evaporazione dei liquidi tiene conto nominatamente della condizione igrometrica dell'aria che vi influisce sì poco e trascura la condizione termometrica (noti bene dell'aria, non del liquido evaporante), la condizione barometrica e quella del moto dell'aria o anemometrica, che tutte sull'evaporazione influiscono cotanto? La sua affermativa poggia sull' essere il siero del sangue un liquido *indubitatamente acquoso.* Sebbene anche altri l' abbiano affermato, non cessa però questo di essere un grave errore di chimica. Il siero alla temperatura di 75° del centigrado si coagula in massa solida e dà all' analisi chimica albumina, caseina, salivina, osmazoma e varii sali. Il siero contiene circa nove decimi di acqua: ma non tutti i liquidi che contengono dell' acqua si ponno dire liquidi acquosi. Contiene dell' acqua anche il buon vino e ne contiene presso a poco nelle proporzioni del siero del sangue: nè io credo che il sig. Bizio si farebbe udire ad affermar che il vino è un liquido acquoso.

Orsù il sangue non è acqua, il siero del sangue non è acqua, i liquidi diversi evaporano tutti diversamente, e chi nol sa? Si può dunque conchiudere a priori che la perdita del sangue nella evaporazione non può essere eguale a quella di un egual massa di acqua ad egual temperatura e superficie e ad eguali condizioni atmosferiche.

Che se egli mi chiama all' esperienza, gli dirò dapprima che quella da lui eseguita prova contro alla sua tesi, giacchè il sangue in essa avrebbe perduto meno dell' acqua. Se non che parlando appunto di esperienze, di quel genere cioè di argomenti ai quali facilmente tutti ci inchiniamo tranquilli, v' è una cosa assai dura a pronunciare, ed è che per colpa delle esperienze male eseguite e male ideate si sono introdotti nelle scienze i

maggiori errori, e son quelli che più a lungo hanno durato e durano appunto perchè il nome di esperienza che hanno ad usbergo li pone in sicuro da ogni esame; e così l' esperienza ingannevole si usurpa i diritti della vera esperienza, che sola nelle cose fisiche può mettere il suggello della verità. Egli è per questo ch' io vado così gridando nei miei scritti sul bisogno d' introdurre la filosofia critica nella esperienza e che di questa ho fatto e faccio il mio studio prediletto. Per la qual cosa senza mai negare i fatti e le esperienze altrui (ciò che ad onesto cultore della scienza non lice), mi sono sempre permesso di porre e quelli e queste al crogiuolo della critica, e m' è avvenuto talvolta di scoprire conseguenze opposte alle universalmente ricevute. Ciò tutto ho premesso affinchè il sig. Bizio non prenda in mala parte, nè creda in me mancanza di rispetto e di stima inverso lui, se oso sottoporre all' assaggio della critica l' esperienza da lui descritta, come ho sottoposto tante altre di celebratissimi autori.

Trattavasi adunque di provare coll'esperienza se sia considerabile o no la perdita che fa in dodici o ventiquattro ore il sangue dopo uscito da un' arteria. A tale oggetto vengono estratte diciotto dramme di sangue da un uomo sano. Non si dice se fosse sangue arterioso o venoso. Ma come la mia proposizione che si volle mettere alla prova è relativa al sangue arterioso, devo credere fermamente ch' egli abbia estratto le diciotto dramme di sangue da un' arteria d' un uomo sano: che altrimenti pensando, lo accuserei di troppa sbadataggine nel contraporre ad un fatto relativo al sangue arterioso un'esperienza sul sangue venoso. Posto adunque che il sig. Bizio estraesse 18 dramme di sangue arterioso da un uomo sano, non avendo egli indicato il modo tenuto, io non posso supporre che per avere un getto spedito come conveniva egli abbia con pericolo dell' individuo incisa una grossa arteria. Se adunque l' ha ottenuto da sì minimi vasi e con gemizio lento, come è più ragionevole supporre, ognuno vede che un' operazione tanto lunga quanto occorreva a raccorne 18 dramme, avrebbe, prima di porlo sulla bilancia, fatto perdere al sangue molta parte del peso che era da calcolarsi. Si è oltre a ciò mancato nella esperienza del sig. Bizio ad un'altra condizione essenziale, che era di lasciare il sangue all'aria libera e non porlo com'egli fece *in un piccolo armadio chiuso da invetriata*, in cui si raccoglievano ed imprigionavano per soprappiù anche i vapori dell' acqua calda. Laonde il sig. Bizio mi concederà che la sua esperienza (e d' alcune altre ragionerò in un prossimo mio scritto) non regge allo scrutinio di quella critica, senza la quale le esperienze si risolvono in semplici oggetti di trastullo od in perniciosi errori se sovr' esse si fonda qualche credenza.

Potrei portare contro all'esperienza del sig. Bizio altre esperienze di Scudamore, di Babington e di Parry e sul sangue arterioso e sul venoso ancora, dietro le quali si calcola assai maggiore la perdita del sangue dopo che è estratto ed uscito dai vasi. Potrei riportarmi alle esperienze di Schwencke ripetute da Dugès per le quali il sangue estratto all'ordinaria temperatura perde, secondo questi autori, la metà del suo peso in 24 ore. Ma, lo ripeto, nulla a me cale di ciò, bastandomi poter affermare ancora una volta, che il sangue arterioso uscito dai vasi di un vivente dopo dodici o ventiquattro ore è considerabilmente diminuito di massa.

Anche il sig. Bizio parla delle mie *considerazioni sui globetti del sangue disegnati da parecchi uomini celeberrimi*, e dice a dirittura *che io reputo che tutto il magistero della scoperta si riduca ad una semplicissima illusione ottica.* Evviva la fedeltà nel riferire! Supplicherò semplicemente il sig. Bizio a voltar qualche faccia indietro e leggere con quell'attenzione che non ha usata per la mia memoria, le poche cose che ho dirette al dottor Pari sullo stesso soggetto. Aggiungerò soltanto per lui ch' io era così lontano dal dichiararle illusioni ottiche, che ho detto espressamente nel passo che egli diede a credere di voler citare, *lasciando da parte le illusioni ottiche inseparabili dal maneggio di strumenti dotati di molta forza d' ingrandimento, noi possiamo conchiudere*, ec., come sopra.

Dopo ciò per altro approva che si neghi l' esistenza dei globetti e si tenga il sangue per un liquido omogeneo. Ma qui sulla parola omogeneo volle regalarmi una lezione elementare illustrata con opportuni esempii. A qual pro' io nol seppi indovinare se non fosse per andare un po' alla lunga e far credere che io pensassi il contrario di quello che ho detto assai chiaramente colle seguenti parole: « Dico adunque che all' aspetto suo il » sangue vivo e circolante è un umore composto bensì di diversi principii, » ma fra loro organicamente combinati in guisa da costituire un umor » solo omogeneo ove non v' ha nè siero, nè cruore, nè fibrina, nè albu- » mina, nè materia colorante, nè sali da potersi distinguere. » Acciò per altro anche questa opposizione del sig. Bizio non cada affatto fuori del segno, le verrò incontro io stesso, e dirò che per avere distinta la fibrina, l' albumina, ec. nel sangue v' è necessario il concorso di fisico-chimiche influenze. Ciò non vuol mica dire che le forze fisico-chimiche deggiano avere la virtù di *plasmare*, come egli bellamente si esprime, *la fibrina, l'albumina*, ec. e nemmeno *l'acido citrico nel cedro, la chinina nella corteccia della china*, ec. Vuol dire precisamente che esse hanno la virtù di separare e distruggere, imperciocchè a tor la fibrina, l' albumina, il grasso (ch'egli dice principio immediato del sangue), ec. è uopo distruggere

il sangue; a tor la chinina è uopo distruggere la corteccia di china e così degli altri: ma la fibrina, l'albumina, il grasso, ec. non sono il sangue, la chinina non è la corteccia di china. Concederò che nel sangue ci debba essere la stoffa e gli elementi della fibrina, dell'ematosina, ec., dirò anzi che c'è assai più che questo. Ma la chimica coi suoi processi non ci sa salvare che alcuni pochi resti di ciò che il sangue già fu. Col ragionamento del sig. Bizio il nitrogeno, il carbonio, l'idrogeno e l'ossigeno, che ci si danno dai chimici per gli elementi costitutivi della fibrina, non verrebbero procacciati dalle azioni chimiche poichè queste li dovrebbero anzi distruggere. Io non credo che il sig. Bizio voglia che nel senso nostro la parola *produrre* equivalga a *creare*, e la parola *distruggere* equivalga ad *annichilare*. Se così fosse noi ci intenderemmo assai presto, e gli direi che la chimica non produce nè distrugge nulla. La chimica non può che combinare o decomporre ciò che già esiste. Ma s'io do alla chimica il sangue da decomporre, ed essa mi porta indietro dell'albumina, dell'ematosina, dei sali, ec., e mi dice questi non altri sono i componenti del sangue, io ho diritto di restituir alla chimica i componenti stessi ed ingiungerle che li ricomponga e mi torni indietro il mio primo sangue. E se essa nol fa, ho pieno diritto di conchiudere che essa mi ha cambiato le carte, e che quelli che mi aveva dati non sono i veri componenti del sangue.

A sentire il sig. Bizio *dalle mie osservazioni microscopiche praticate sur il sangue circolante* avrei affermato che il *color suo è uniforme, non roseo, ma pallidissimo, quasi lavatura di carne e liquore ranciato;* anzi più appresso *come a bolle trasparenti e senza colore;* e più appresso ancora avrei cangiato dicendo *il sangue arterioso ha un color roseo più o men vivo ed il venoso un color plumbeo violaceo.* Ecco un bell'elettuario di contraddizioni veramente ingegnose che sotto il mio nome esce dalla officina farmaceutica del dottor Bizio. E con questo alla mano egli si fa avanti a domandarmi: *Ma di grazia, che sangue era poi quello che egli ci disegnò quasi lavatura di carne o liquore ranciato e più avanti senza colore? E come concorda questa idea* coll'altra che *ora afferma del sangue arterioso e del venoso?* La curiosità del sig. Bizio è troppo giusta ed io procurerò di soddisfarla. Il *sangue quasi lavatura di carne o liquore ranciato* era sangue veduto circolante *nelle pinne caudali di un pesciolino* (vedi la pagina 58 linea 15 del T. V), e *nell'ala del pipistrello* (vedi la pagina stessa 58 linea 30); *il sangue senza colore* o a bolle trasparenti *era sangue veduto nella membrana interdigitale della rana* (vedi la pagina stessa linea 33); *il sangue arterioso e venoso* di cui sopra si

parla è il sangue veduto alla pelle dell' uomo (vedi pagina 63 linea 2). E tutto questo (cosa incredibile !) è detto a caratteri tondi e precisi nella pagina citata dal sig. Bizio, nella quale mi proposi di *confrontare i fenomeni microscopici del sangue estratto* con quelli del sangue circolante nei vasi degli animali sovra indicati, riferendo storicamente come si è presentato ai miei sensi e quali stromenti ho adoperati ! E questo concorda circa al colore con quello che hanno detto tutti i microscopisti, concorda con quello che ognun può vedere specialmente nella rana anche con un discretissimo microscopio, concorda con quello che hanno potuto vedere fino le femminette nella coda del pesciolino se mai assistetero alle rappresentazioni col microscopio solare che si danno di quando in quando per poco denaro al colto pubblico ed alla rispettabile guarnigione. Mi duole di non aver aggiunto che il sangue dell'ala di pipistrello veduto col microscopio dopo uscito dal suo vaso e ridottosi in globetti apparve col color suo complementario che era un bellissimo verde, che allora probabilmente le meraviglie e le ironiche domande del sig. Bizio sarebbero state ancora più solenni. Ma lasciamo cotali celie, che ora avremo cose assai più serie da esaminare.

Incontriamo ora infatti alcune espressioni del sig. Bizio assai penose. *Io dico il vero* (parla il sig. Bizio) *che se non è da credere com'egli vuole* (ancora una volta io credo perfettamente ai globetti del sangue uscito dai vasi e gli ho minuziosamente descritti nella memoria) *se non è da credere agli scopritori dei globetti del sangue, poca fede è certamente da accordare altresì alle osservazioni sue per quantunque perfettissimi fossero i microscopii da lui adoperati.* E più sotto : *Noi peraltro veggiamo da tutto ciò potersi inferire che la verità ha in sè tanto di convincente da costringere a riconoscerla anche quelli che in vero studio vogliono combatterla.* Senza far commenti su queste parole per mostrare come con esse si va fuori della scienza chimica e fisiologica e da qualche altra cosa, io terrò al sig. Bizio questo breve discorso, e lo pregherò ascoltarlo con attenzione. Se il sig. Bizio avesse lette le mie opere, conoscesse la mia persona, conoscesse tutta la mia vita e privata e pubblica, egli saprebbe che io non son miope, nè presbite, nè guercio, nè losco ; che senza aver pretensione alla infallibilità, nè alla celebrità, nè ai titoli di chiarissimo che tanto spesso (quasi a scherno) egli mi profonde, io posso aver giustamente, e nessuno al mondo mi può contrastare, la pretensione d' essere tenuto onesto, leale e sincero ricercatore del vero quanto chicchessia ; che di quello ho affermato o d'aver visto o d'aver operato è mallevadore l' onor mio ; di quello ho proposto non come ipotesi, ma come fatto o

dottrina, credo d' avere e ragioni e mezzi per sostenerlo al cospetto di chiunque. Che se non conoscendomi il sig. Bizio intrinsecamente, qualche ciurmadore gli avesse fatto concepire di me un' idea diversa, se egli pensasse che io ami di più i *voli dell' immaginazione che le verità fisiche*, che io abbia infedelmente riferito o fatti o parole, che a studio abbia travolto o mutilato i passi degli autori, allora è qui ove io lo prendo strettamente per mano che non mi fugga, e gli intimo a promettermi sul suo onore di esaminare cautamente l' accusa, di riscontrarla coi miei scritti usando maggiore attenzione di quella usata fin qui, e scorrendoli da capo a fondo in tutte le parti che ad una dimostrazione si legano, e sceverando quello che appartiene a me stesso o ad altri, e quello che ho dato siccome verità da quello che ho esposto come ragionevole congettura, da quello che non ho offerto che come semplice ipotesi. Se dopo questo egli mi troverà in fallo, alzi pure la fronte e la voce, getti gli imbelli riguardi, lasci le espressioni ambigue, parli chiaro e mi chiami alla ragione, ch'egli compirà un dover santo verso la società, giusto verso la scienza e veramente umano e caritatevole verso me, se pur mi suppone più traviato che pravo.

Dopo esserci bene intesi sopra questo punto, possiamo rientrare nell'argomento scientifico. Ora cominciasi a toccare la parte chimica della mia memoria, sebbene, a dire vero, sia piaciuto al sig. Bizio considerare con occhio chimico anche quello che io non diedi che sotto il titolo di apparenze fisiche. E qui subito devo dolermi che in questa parte più difficile e più importante del mio scritto nella quale il critico avrebbe potuto spiegare tutta la chimica sua valentia, non siasi internato di proposito, mentre aveva spese fin qui tante parole sopra qualche espressione e qualche frase. Amò meglio seguire il comodo consiglio di alcuni che si danno a tutt' uomo a combattere le conclusioni senza prendersi la pena (come ogni legge di buona critica imporrebbe) di esaminare e neppure di accennare i fondamenti e le prove dalle quali quelle conclusioni discendono necessariamente. Troviamo infatti ripetuta dal sig. Bizio le quattro, le cinque volte la nostra conclusione e negata, ma non discusse le prove ; troviamo ch' ei porta in campo prove inconcludenti della conclusione contraria, senza punto distruggere le nostre. Or qual è la nostra conclusione ? « Che la moderna chimica organica un solo grande beneficio può recare alla scienza, che è quello di persuadere e dimostrare l' evidenza di una verità da noi tante volte proclamata, che cioè le leggi della vita non hanno nulla di comune colle leggi della chimica e che male per le vie della chimica si spererà giammai di trovar luce intorno ai fenomeni dei corpi viventi. » Come si è provata questa conclusione ? Con immenso

numero di prove che sono sparse nei varii miei scritti, ove, come ho detto, l'ho le tante volte proclamata. E se il sig. Bizio non voleva ricorrere a quelle, avrebbe trovato quanto basta nel trattato sul sangue, ove non *alcune discrepanze osservate nei risultamenti dei chimici*, ma errori infiniti ed oscurità che la chimica ha introdotte nella scienza della vita; ma teoriche che erano in aperto cozzo e continuamente coi fatti; ma differenze che danno i diversi chimici dello stesso sangue e del medesimo salasso; ma identità che i chimici ci danno ad intendere nel sangue assolutamente diverso come il venoso e l'arterioso, quello del sano, del pleuritico, dello scorbutico, del coleroso; ma il riconoscere che quanto più la così detta chimica organica fece progressi, anzichè aggiunger nuove applicazioni alla scienca della vita, andò mano mano dissipando quelle che si erano fatte per lo innanzi; ma il vedere in ciascun fenomeno vitale che appunto la essenza sua sta nel sottrarsi interamente alle leggi chimiche, il vedere che il sangue morto (e così si dica delle altre sestanze animali) sotto certe circostanze si trasforma in albumina, in ematosina, ec., ma non potersi dire che l'albumina e l'ematosina, ec. costituiscono il sangue vivo, poichè non questi principii non si può in nessun modo comporlo; ma il sapere che il chimico, non ha mai analizzato e non analizzerà mai il sangue nè altra sostanza viva; ma il poter dire in fine che la chimica così detta organica o è anch'essa vera chimica inorganica (giacchè un corpo morto non può più essere considerato come organizzato), o se non è tale, sarebbe ancor troppo il chiamarla scienza bambina, essendochè dovremmo anzi considerarla come sienza che ancora ha da nascere. Che se questa ardita sentenza avesse a far strabiliare il nostro critico, procurerò di calmarlo assicurandolo che non è sentenza mia, ma di molti fra più saggi e celebri cultori della vera chimica fra i quali mi contenterò di citare Berzelio siccome quello che lo stesso signor Bizio qualificò per *grande luminare* della scienza. « Nella natura organica (Berzelio) gli elementi sembrano obbedire a leggi affatto diverse che nella natura inorganica; i prodotti risultanti dall'azione reciproca di questi elementi differiscono quindi da quelli che ci offre la natura inorganica. Scoprendo la causa di questa differenza si avrebbe la chiave della teoria della chimica organica. Ma questa teoria ci è talmente nascosta che non abbiamo speranza alcuna di svelarla in niuna guisa almen fin ora. »

Ma affrettiamoci all'esame delle obbiezioni. Mi rimprovera il signor Bizio d'aver abbracciata la scoperta che l'albumina e la fibrina siano la stessa cosa ec., e dice che *non ebbe quelle iterate conferme che conseguirono altri materiali immediati del sangue*. Rispondo che questa è cosa

comune a tutte le verità nuove che distruggono vecchi errori. Io me 'l so per prova quanto costi il vincere un errore, le cui radici abbiano il privilegio che accorda il tempo ed il lungo possesso e l'estensione a molti schiavi ch' esso tiene incatenati. Chi sostiene una nuova verità rappresenta per lo più la battaglia di uno contro mille, e spesso ancora di uno che con una sola arma innocente al fianco, la verità, affronta quelle multiformi dell' errore, quelle dell' amor proprio, dell' interesse, dell' invidia e della violenza che stringono alleanza fra loro. Ma tale non è il caso delle scoperte chimiche e di quella specialmente di cui parliamo, la quale dopo Berzelio che la preconizzò, venne confermata da Denis, da Raspail, da Dumas, da Le Canu, da Donné che sono i più recenti e più autorevoli scrittori su tale soggetto in Francia, che in Italia pure venne confermata da Polli, ammessa da Cenedella, da Taddei e da altri chimici che furon presenti alla lettura della mia memoria nell' adunanza degli scienziati a Pisa. Che se io fossi chimico di professione e fossi in corrente della scienza, gli nominerei forse parecchi altri chimici e svedesi e tedeschi ed inglesi. Mi domanda il sig. Bizio *se questa scoperta non siasi fatta nelle ampolle dei chimici e per qual motivo io l' abbia sublimata così?* Che mai sogna egli? Se avesse attentamente letto avrebbe veduto che io non sublimo più questa che l' altre scoperte dei chimici, e solo mi sono di essa servito a mostrare che i nuovi trovamenti distruggono le applicazioni fatte senza aggiungerne di nuove. E dopo quel molto che ho detto nel trattato sul sangue, non credo dover qui insistere su questo punto.

Siamo alle prove che il sig. Bizio porta in favore della chimica vitale: e la prima è tolta dalla digestione dello stomaco che per le ricerche di Tiedemann e Gmelin e di Prout (ignorando forse egli le più recenti di Eberle, Mueller, Schwann) si fonda in un *vero processo chimico e si deve*, al dire del sig. Bizio, *all' acido idroclorico gemente dalla mucosa dello stomaco irritata dagli alimenti. E quanto ai ruminanti destinati a vivere sovente di aride stoppie e di erbe secche scarsamente fornite di materie nutrienti* (perdoni, non sono i soli ruminanti che vivon di ciò, e quelle *aride stoppie, e quell' erbe secche*, vulgo *fieno*, hanno tutte e per loro le più opportune materie nutrienti di che possano abbisognare), *in essi*, secondo il sig. Bizio, *è messo in opera un magisterio chimico oculatissimo*, che, per non ripetere tutta la lezione di fisiologia veterinaria che mi volle dare il sig. Bizio, consiste in un trasudamento di alcali dai due primi ventricoli *rumine e reticolo per la irritazione* (che è senza dubbio una legge chimica chiarissima) *portata dagli alimenti, e gli alcali macerano quegli aridi alimenti e sciolgono i principii nutritivi principalmente*

(è notizia del sig. Bizio) *azotati*. Nel terzo e quarto ventricolo *omaso ed abomaso* la suddetta legge chimica dell'*irritazione anzichè dar origine ad un alcali, fa sì che un acido scaturisca e precisamente l'idroclorico, il quale neutralizza prima l' alcali*, poi fa come sopra pei carnivori. E questa è vera oculatissima chimica, e così si sa daddovero in che consiste la digestione, e chi non l' ha buona sa coll' acido idroclorico come aiutarla. E se i fisiologi la spiegheranno diversamente *daranno*, dice il sig. Bizio, *in ciampanelle*. Per me troverei certamente più chiara od almeno più fisolofica quella teoria che diede già della digestione un bello spirito in pochi versi.

Altri vuol che il sugo gastrico
Sciolga i cibi e gli assottigli;
Altri vuol che ad una macina
Il ventricol s' assomigli,
Fuvvi ancora chi lo stomaco
Al fornel paragonò
E al limbicco della chimica;
Fortunato chi far può,
Senza intender la ragion,
Una buona digestion!

Qui direbbe giustamente il sig. Bizio che gli scherzi non tengono luogo di ragioni. Ma vedrà che per entrare nel proposito io dovrei fare un lavoro simile a quello che ho fatto sul sangue, o dovrei almeno ripetere la lezione sulla digestione che dal 1824 in poi faccio ogni anno ai miei scolari. Nè mi sembra che il sig. Bizio, il quale e su questo e sopra altri punti di fisiologia mi fa da maestro, sia disposto ad ascoltarla.

Adesso torna egli ad attaccare una mia proposizione *essere punto di dottrina universalmente ricevuto che il sangue venoso abbondasse di gas carbonico in confronto dell' arterioso*. Mi pianta qui adosso una terribile alternativa o d' apparir mentitore od ignorante, giacchè egli dice il punto di dottrina universalmente ricevuto non è questo, ma è che *il sangue venoso contenga più carbonio dell' arterioso*. Prendo subito la seconda parte dell' alternativa, ma assicuro prima il sig. Bizio che questo non è, com' egli sospetta, *un parto della mia immaginazione*, giacchè nella scarsa mia biblioteca chimica (egli sa ch'io non son chimico di professione) trovo che il gas acido carbonico libero nel sangue venoso si ammette da Vogel, si ammette da F. Home, si ammette da Scudamore, si ammette da Brande, si ammette da Collard De Martigny, si ammette da Le Canu che è fra' più recenti scrittori sull'analisi del sangue, si ammette negli ultimi lavori da Gmelin e da Magnus. E se io avessi tempo di rivedere

tutti que' libri che ho consultato e sulla autorità de' quali ho esposta quella proposizione, io ne nominerei sicuramente parecchi altri. Ma se ho a dire il vero io nol trovo necessario, poichè quand' anche la proposizione fosse un errore di chimica, il sig. Bizio avrà riflettuto che io la combatto, e dovrebbe anche aver riflettuto che quella proposizione in quel sito ove si parla di applicazioni alla patologia era attribuibile ai medici pratici piuttosto che ai chimici, i quali medici pratici quando veggono il sangue uscir nero dicono che contiene molto gas acido carbonico, ed alcuni anche dicono che è molto *carbonizzato*. Ma il sig. Bizio sa che i medici pratici nelle espressioni non sono molto scrupolosi, e li udrà sovente parlare di aria ossigenata più in un luogo che in un altro, e vorrà pensare che questo è detto nel linguaggio comune e non in quello della scienza chimica. Ma a che tutto quel rumore perchè alcuni chimici dicono gas acido carbonico, altri dicono carbonio? La mia dimostrazione non vale ella a provare che neppure il carbonio sovrabbonda, come il sig. Bizio sostiene, nel sangue venoso? Non è per questo egualmente vero che *l'analisi comparativa del sangue venoso ed arterioso non offrì nulla di diverso a Crell, a Payaigne, a Denis, a Piédagnel, e ad altri?* E s'egli credesse che questi altri che allora mi ho tenuto in petto io me gli sognassi, gli svelerò adesso che fra i taciuti allora entra Despretz, Lassaigne, entra Thenard affermando che l' analisi non iscopre che i medesimi corpi nell' uno o nell' altro sangue, benchè l' azione di ciascuno sull' economia animale sia diversa; vi entra lo stesso Berzelio che dice, la differenza di composizione chimica tra il sangue arterioso ed il venoso è pochissimo manifesta e non per anco ben si conosce. Eppure il sig. Bizio mi presenta quel bel dilemma pel quale io avrei a *bello studio travolto ed ignorato* quel punto di dottrina di cui egli si vuol fare campione ostinato. Un lampo però di luce a spiegare questo inconcepibile contegno del nostro autore mi è venuto dalla memoria del dottor Pari, dalla quale rilevo che il sig. Bizio ha sostenuto la teorica dell' endosmosi e dell' esosmosi di Dutrochet, od a meglio dire una teorica tutta sua propria scambiando interamente l'una cosa coll'altra (mi riporto sempre alla memoria di Pari non avendo sott' occhio gli scritti relativi del dottor Bizio); che il sig. Bizio dai liquidi di differente densità a' quali era unicamente addetta l' endosmosi la trasportò ai gas, che finalmente la introdusse così foggiata in fisiologia e vi fondò sopra (o egli od altri prima di lui) una teoria della respirazione che è la vecchia, ma senza combustione. Or si vede chiaro perchè tanto preme al sig. Bizio non si tocchi il bel concetto che l' *atto della respirazione si riduce ad una vera decabornizzazione del sangue.*

Sull'argomento dell'endosmosi e dell'esosmosi ho promesso qualche mia parola anche al sig. dottor Pari, e qui la rivolgo a lui pure. La scoperta del fenomeno che fece a Dutrochet, immaginare due leggi, quella dell' endosmosi e quella dell' esosmosi, non tardò guari a risolversi nelle mani dello stesso scopritore in una legge sola, quella cioè dell'endosmosi, con che s' intende il passaggio spontaneo di un liquido meno denso in un altro più denso che sia a contatto col primo mediante una membrana animale. Ma questa scoperta cotanto festeggiata dal sig. Pari e dal signor Bizio non è rimasta a questo punto. Essa è discesa anzi caduta assai più in basso per la fulminante filosofia critica e per le vittoriose esperienze di Raspail. L' endosmosi con tutte le particolarità da cui è accompagnata, non escluso l' innalzamento del liquido al di sopra dell' anterior livello, è ridotta all' antico volgarissimo fenomeno dell' imbibizione, estesa dalle sostanze porose solide ad alcune altre sostanze quasi liquide che si ponno considerare siccome rudimenti di organi. Per la qual cosa le scienze fisiche non hanno nell' endosmosi guadagnato di nuovo che un nome di più (1).

Ma questo nome colla sua peregrina vernice farebbe guadagnare alla fisiologia degli errori e degli assurdi se badassimo a quanto insegnano il sig. Pari ed il sig. Bizio l' ultimo de' quali rivolge a me queste parole: « E non sa egli l' esperienza avere dimostrato in questi ultimi anni che le » materie sciolte nell' acqua valicano portentosamete le membrane ope- » rando effetti maravigliosi, talchè i fisici ed i chimici vedono agevolmente » l' ossigeno traghettare le pareti delle cellette polmonari e porsi a con- » tatto del sangue quivi ridotto a superficie; come eziandio venire di qua » il gas acido carbonico allora ingeneratosi, senza bisogno qui di vene » che assorbano e là di arterie che esalino? » Io non vuo' fare un' analisi di cosiffatto contesto di parole per cercare in esso gli errori di notomia, ed i voli paradossi di chimica, poichè il mio scopo non è quello di far la critica al sig. Bizio, ma semplicemente di difendermi dalle critiche sue. Senza pietà alcuna infatti il sig. Bizio accennando alla mia teorica della respirazione, mi sciorina contro le seguenti parole: « Gli scienziati che » hanno soggiogato i voli della immaginazione e comandato per lunga abi- » tudine al loro intelletto di non ricevere le *verità* fisiche se non dopo la » più austera e rigorosa esperienza, malamente si accomodano alla nudità » delle asserzioni, e peggio ancora se con queste l'autore si creda in diritto » *di affermare ho dimostrato io pel primo*; » e più sotto: « Noi ci aspettava- » mo almeno un piccolo corredo di esperienze dirette a persuadere che

(1) *Leggi Raspail, Nuovo sistema di chimica organica. Bruxelles* 1839, *t. I, p.* 194.

» il gas acido carbonico che si trova nelle espirazioni fosse una vera esa-
» lazione delle estremità delle arterie bronchiali; » e più sotto ancora dopo aver riferito quello che io ho esposto nella farmacologia intorno alla respirazione, conchiude: « Qui ognun vede che gli insegnamenti del
» nostro autore sono destituti di qualunque appoggio sperimentale e si
» fondano unicamente nella ipotesi di assegnare un ufficio diverso alle radi-
» celle delle vene polmonari, da quello delle estremità delle arterie bronchia-
« li, cosa ch'egli non *potrà mai* ridurre all'evidenza sperimentale. » Questo si chiama veder netto e preveder lontano! Ma io sono d' avviso che anzichè prevedere il futuro di quello che io potrò, egli abbia mostrato di non aver punto veduto quello che io ho potuto. Non ha veduto che la mia teorica, che ora senza modestia dirò anzi la mia scoperta sulla respirazione, non è nel mio trattato di farmacologia e non poteva essere che accennata per sommi capi. Non ha veduto o non ha voluto vedere che nella nota a quella digressione fisiologica è dichiarato, che non s' *è inteso di tenerne un pieno discorso*, ciò che si sarebbe fatto nella fisiologia che ho promesso di pubblicare a suo tempo. Se egli poi non ha indovinato perchè nel 1835 mettessi quella digressione ed ultimamente affermassi io ho *dimostrato pel primo* questa teoria, glielo dirò io: ed è perchè alcuni celeberrimi fisiologi oltramontani l' hanno pur sostenuta ad epoca posteriore senza citarmi, come altri pure senza citarmi si sono appropriata la mia dottrina sulla funzione dei reni, su quella del fegato, sulla origine dell'epidermide e delle produzioni erpetiche, ec., perciocchè (egli mi perdonerà questo sfogo di amor proprio) posso dirlo, io ho la bella sorte d' essere provverbiato e conculcato da alcuni miei connazionali ed essere nello stesso tempo spogliato dagli stranieri. Sarebbe sicuramente più equo per parte del sig. Bizio che prima di fare quel desolante vaticinio e di pronunciare quella assoluta sentenza aspettasse la promessa pubblicazione della mia Fisiologia, o leggesse almeno più ponderatamente quei sommi capi che annunziano nel 1835 la mia scoperta fatta molto prima ed esposta pubblicamente ogni anno nella mia scuola. Ma desideroso come io sono di rispettare nel sig. Bizio fino a ciò ch' io non lodo anche la sua impazienza, gli dirò qui succintamente il corredo delle esperienze su cui si appoggia la mia dottrina della respirazione. Si tratta adunque prima di tutto di esperienze anatomiche e fisiologiche che dimostrano che l' arteria polmonale non è l' arteria dei polmoni (noti bene non c' è errore di stampa), ma che le arterie dei polmoni sono le bronchiali. Si tratta di injezioni anatomiche che dimostrano come i rami della arteria polmonare comunicano direttamente colle vene polmonali e fanno

con esse un canal solo ovunque chiuso, ciò che a me ha fatto credere che l' arteria polmonale non lascia materiali al polmone. Si tratta ancora di esperienze chimiche (ma di chimica comune) per le quali il gas acido carbonico si ha per esalazione da tutte le superficie interne ed esterne del corpo, come dalla superficie mucosa orinaria e gentile onde Prout, Thenard, Brande ed altri moltissimi trovaron gas acido carbonico nelle orine, onde Ribes vide uscire questo gas per l' uretra, ed altri molti e più chiaramente per la vagina delle femmine. Si ha il gas acido carbonico dai vasti seni mascellari e frontali scoperto da G. Davy nelle pecore. Si ha dallo stomaco e dagli intestini, e lo verificarono nei giustiziati Jaune, Magendie, Chevreul e Chevillot. Si ha dalla cute esterna e si seppe già prima da Milly, e si confermò con numerosissime esperienze da Cruikshank, da Jurine, da Abernethy, da Collard de Martigny, e può confermarsi da chiunque lasci per alcun tempo la sua mano immersa nell'acqua di calce, escludendo l' aria, senza ricorrere alle sperienze dell' Anselmino che sono le sole conosciute dal sig. Bizio (a quanto egli dice), e sulle quali muove dei dubbii. Si ha finalmente dalla mucosa polmonare, e questo lo dice anche il sig. Bizio. Da tutte queste esperienze io ho ricavato che un analogo prodotto avendosi dalle varie membrane mucose e dalla cute che è continua colle stesse, ragion vuole che venga dalla stessa fonte e per analogo magisterio, cioè dal sangue arterioso e dalle estremità della aorta, le quali nei polmoni hanno il nome di arterie bronchiali. Ma non abbiamo ancora detto il più. Una serie di numerose dilicatissime esperienze ha provato con tutta la maggiore evidenza che facendo respirare agli animali dei gas privi affatto di ossigeno, cioè, il gas idrogeno puro e del nitrogeno puro, ottiensi abbondantemente dai polmoni il gas acido carbonico. Le prime esperienze furono intraprese da H. Davy (1), da Coutanceau e da Nysten (2) sopra animali a sangue caldo; ma si poteva loro obbiettare che il gas ottenuto potesse appartenere ancora ai residui delle anteriori respirazioni nell' aria, giacchè tali animali reggono assai poco tempo respirando i sopraddetti gas. Se non che, gli animali a sangue freddo che sopportano la respirazione di questi gas dalle sei alle ventidue ore si prestarono ad escludere ogni dubbio. E sopra le rane sperimentarono quindi Edwards (3), Collard de Martigny (4), ed ottennero in otto ore circa da centilitri 1, 22 a 2,97 di gas acido carbonico per

(1) *Gilbert. Annal. XIX, p.* 320.
(2) *Meckels Arch. II, B. p.* 256.
(3) *Infl. degli Agenti fisici, p.* 445.
(4) *Magendie, Giorn. di fisic.* 1830, *p.* 121.

ogni rana. Tali sperimenti furon ripetuti da Bergemann e da Mueller (1), e questi perdendo anche molto prodotto per assicurarsi meglio che le cavità respiratorie della rana fossero compiutamente vacue da aria atmosferica, ebbero nulla ostante da centilitri 0,40 a 0,80 di gas acido carbonico.

Queste esperienze che ad onor degli Italiani furono assai prima ideate ed eseguite da Spallanzani e si lasciarono in un canto per causa della teoria respiratoria di Lavoisier, provano intanto senza replica che il giuocherello chimico della formazione del gas acido carbonico a spese dell' ossigeno dell' aria ispirata sia con una specie di combustione, sia coll' endosmosi, sia con altro, è una baja; provano in secondo luogo che il gas acido carbonico polmonare viene da quella stessa fonte e col medesimo processo delle altre esalazioni; provono in terzo luogo che la mia dottrina della respirazione ha tale un appoggio di sperimenti inconcussi da doverla riporre nel rango delle fisiche verità.

Or vorrei domandare al sig. Bizio se tutto questo possa bastare a convincerlo ch' egli avrebbe fatto saggiamente a pensare e parlare di me e delle cose mie se non con maggior rispetto, almeno con maggiore ritenutezza. Ed in tale persuasione io sarei tentato di sospender qui la mia analisi del suo scritto per non riescire ormai increscioso a lui ed a chi leggerà. Per me, gli confesso, sono stanco di occuparmi ancora di una critica che forse il sig. Bizio a quest' ora (sè male non me 'l dipinsero le relazioni che di lui ho avuto) non vorrebbe aver fatta. Non credo quindi egli voglia trar partito da ciò per vantare ch' io abbia trapassato su qualche punto perchè mi mancasse modo a difenderlo: che in tal caso io gli soggiungerei ancora sommariamente le seguenti considerazioni.

Quanto all' aria espirata che si presenta ridondante di gas acido carbonico, di umidità o di idrogeno per cui dice che non sa quali fisiologi insegnino la presenza dell' idrogeno; gli risponderei che Lavoisier, Laplace e Prout insegnano che il sangue delle cellule polmonari dà un fluido che contiene principalmente carbonio ed idrogeno; così Davy ammette l' idrogeno coll' ossido di carbonio. Lo insegnano poi tutti quei fisiologi che spiegando la respirazione, ammettono che anche il vapor acquoso i formi per la combinazione di parte d'ossigeno dell'aria coll' idrogeno uscente del sangue.

Circa all'ematosina che si forma negli erbivori e che il sig. Bizio dice ora avermi insegnato come si formi, io non dirò nulla, essendo troppo evidente che il sig. Bizio o non ha inteso punto la mia proposizione, od ha preteso di celiare.

(1) *Phys. des Mensch. I. B.*, *p.* 331.

Sul negare ch' ei fa che la gelatina sia un risultato della cottura delle carni, e sull' assicurarmi ch' ei fa pure che la chimica *pochi bensì, ma la mercè delle sue indagini è anche pervenuta a produrre alcuni di quei materiali immediati la cui origine si appartiene alla vita organica*, mi ci vorrebbe un discorso alquanto lungo, ma mi limiterò semplicemente a contrapporgli che la produzione dello zucchero non è punto dovuta alla chimica, ma ad altri processi dei quali la chimica non sa nulla, come non sa della fermentazione e dei cambiamenti che subiscono le sostanze contenenti la destrina, che forse non a torto si reputa un principio dotato di vita. Per dire che la chimica sa comporre lo zucchero e la gelatina, converrebbe ch' essa ci potesse somministrare l' uno e l'altra col mezzo semplicemente (usando quanti lambicchi e reagenti essa vuole) delle volute proporzioni di idrogeno, ossigeno e carbonio pel primo, e di idrogeno, ossigeno, carbonio e nitrogeno per la seconda.

Il fatto riferito da Rose di un sale di ferro artificialmente mescolato con altre sostanze sì che i soliti reagenti non bastano più a precipitarne l'ossido, si spiega benissimo dai chimici, i quali sanno ancora come precipitarlo con altri reagenti; ma questo fatto non ha analogia vera con quello che succede nel sangue circa alle altre sostanze nominate.

Relativamente al lungo discorso tenuto dall' autore per negare che i vasi lifatici dall' esterno per la cute trasportino nuova materia nel sangue, non ho che a dirgli una sola cosa, e vorrei dirgliela all'orecchio che nessuno ci sentisse. — Legga subito una qualunque delle molte Fisiologie che si pubblicarono dopo la scoperta dei vasi linfatici, oppure consulti un qualunque medico che conosca almeno i primi elementi d' anatomia e fisiologia e non occorrerà di più. Sulla respirazione se dia o no nuovi materiali al sangue io non torno, avendone già parlato abbastanza più indietro; ma non voglio lasciar passare il destro per comunicargli una mia nuova idea che quando che sia dimostrerò, ed è questa: Le vene od i linfatici polmonali non assorbono solo ossigeno, come insegnano i fisiologi, per rendere arterioso il sangue, assorbono invece l'aria atmosferica tal quale è.

Ciò che egli dice intorno ai nutrimenti animali e vegetabili sostenendo che senza i primi non si possa avere buona e florida nutrizione, è contro il fatto, essendo noto a tutti che v' hanno degli uomini e dei popoli interi robustissimi e floridissimi che non si pascono di carni, nè di qualunque altra specie di vitto animale.

Se mi porta in campo i convalescenti ai quali talvolta si fa preferire il vito animale al vegetabile, ciò che non è sempre, gli dirò che l' idea è inesatta, poichè in questi si tratta di altri riguardi che dobbiamo avere in

vista e sono relativi alla capacità dello stomaco a sopportare e digerire più questo che quel genere di alimento.

Alcune cose dice ancora il sig. Bizio sopra un argomento molto astruso di patologia, voglio dire le alterazioni primitive del sangue. Questo è un argomento ch' io ho discusso altra volta in compagnia dei professori Tommasini e Betti contro i professori Bufalini e Del-Punta, ed il sig. Bizio lo troverà decifrato nel mio estratto delle memorie e delle discussioni mediche della prima riunione degli scienziati tenuta in Pisa nell' anno 1839, che si stampò a Venezia nel *Memoriale della medicina contemporanea*, fascicolo di novembre 1839 e gennajo 1840.

Finalmente giungiamo al fatto riferito da Duhamel: e su questo il sig. Bizio ha estese alcune riflessioni giustissime. E qui amerei finir questo scritto tributandogli sinceramente siffatta lode. Ma perchè ha egli trasandato tanti altri fatti solennissimi, tanti esperimenti appositi sugli animali che io ho riferiti? e non solo trasandati, ma colpitili tutti colla stessa condanna a non esser capaci di dare delle illazioni generali sopra gli attributi degli organi? È egli davvero che ciò sia perchè non c' è entrata la chimica?

Conchiudo. Nessuno ama ed apprezza più di me i servigii della chimica nel dominio delle scienze naturali e fisiche: nessuno più di me onora quelli che coltivano con zelo e candore la chimica e tentano o di rettificare i suoi dettati o di estenderne e moltiplicarne gli utili trovamenti. Se io ho veduto qualche cosa per entro al magistero della vita, al processo dei morbi ed all' intrinseca azione dei rimedii, io lo deggio in molta parte all' ajuto della chimica. Imperocchè ella è appunto la chimica, la quale, scoprendo le leggi che seguono e le fasi che incontrano i corpi prima di entrare sotto il patrimonio della vita e dopo che al dominio della vita si sottrassero, ci ha mostrato come sotto e durante l' imperio della vita quei corpi seguono leggi ed incontrano fasi essenzialmente diverse, onde la vita può definirsi, ciò che modifica o contrasta o sospende nei corpi le influenze fisiche e chimiche. Ella è appunto la chimica, la quale se non ci ha mostrato in che cosa la vita consiste, ci addita in che cosa la vita sicuramente non può consistere; con che abbiam fatto il più gran passo nello studio del grande arcano, che è quello di saper che non sappiamo, e di evitare una via assolutamente falsa, una via che non può condurre che a positivi errori. Chi vede la chimica sotto questo aspetto, la onora altamente perchè non si scosta da verità; chi le attribuisce quei poteri ch' essa non ha, chi pretende dalla chimica quello che non può dare, chi fa onore alla chimica di ciò ch' usurpa alla vita, è un calunniatore della vera chimica . . . .

FINE DEL VOLUME SESTO

INDICE

DEL SESTO VOLUME

DELLA VITA IN ESERCIZIO . . . . . Pag. 477
PRIMA PARTE. Della vita vegetativa . . . . . » 481
Libro primo. Del sangue . . . . . » 485
Sezione prima. Sostanza del sangue . . . . . » 489
Capitolo I. Del sangue fuori dell' organismo . . . . » 490
Articolo I. Proprietà del sangue . . . . . » ivi
I. Proprietà fisiche del sangue . . . . . » ivi
A. Proprietà generali del sangue . . . . . » lvi
B. Proprietà microscopiche del sangue . . . . . » 492
1. Globetti del sangue . . . . . » ivi
2. Bolle di aria nel sangue . . . . . » 499
II. Mutamenti che comportano le proprietà del sangue . . » 502
A. Mutamenti spontanei del sangue . . . . . » ivi
1. Cambiamenti comportati dai globetti . . . . » ivi
2. Mutamenti che soffre la massa del sangue . . . » 504
a. Coagulazioni del sangue . . . . . » 505
* Fenomeni che accompagnano la coagulazione del sangue. » 509
** Fenomeni accessorii della coagulazione del sangue . . » 513
b. Putrefazione del sangue . . . . . » 517
B. Mutamenti provocati nel sangue . . . . . » 518
1. Azione degli imponderabili sul sangue . . . . » 519
2. Azione sul sangue delle sostanze ponderabili . . . » 521
Articolo II. Costituzione del sangue . . . . . » 526
I. Materiali immediati del sangue . . . . . » ivi
A. Materiali organici . . . . . » ivi
1. Sostanze organiche che separansi da sè stesse . . . » ivi
a. Proprietà dei materiali organici del sangue . . . » 528
b. Azione dei corpi esterni sui materiali organici del sangue . » 530
* Azione degli imponderabili . . . . . » ivi
** Azione dei corpi ponderabili . . . . . » 532
c. Caratteri chimici dei materiali organici del sangue . . » 534

d. Rapporti tra i materiali organici del sangue . . Pag. 536
2. Sostanze organiche estratte dal sangue mediante l'arte. . » 539
B. Sostanze inorganiche esistenti nel sangue . . . . » 547
C. Proporzione dei principii costituenti del sangue . . . » 552
II. Costituzione chimica del sangue . . . . . » 554
A. Stato dei principii costituenti del sangue . . . . » 557
B. Causa delle qualità fisiche del sangue . . . . » 560
Capitolo II. Del sangue nell'organismo . . . . . » 565
I. Qualità del sangue nell'organismo . . . . . » ivi
a. Stato fisico delle sue parti . . . . . » ivi
b. Stato chimico delle parti del sangue . . . . » 573
c. Stato generale del sangue . . . . . » 578
II. Quantità di sangue nell'organismo . . . . . » 579
Appendice. Dei globetti del sangue, dello stato della fibrina in questo liquido e dell'azione del galvanismo sopra di esso . . » 583
I. Globetti del sangue . . . . . » ivi
II. Dello stato della fibrina nel sangue . . . . . » 593
III. Azione della pila galvanica sul sangue . . . . . » 602
Sulla elettricità del sangue degli animali . . . . . „ 616
Articolo I. Della elettricità del sangue venoso . . . . „ ivi
Articolo II. Sulla elettricità del sangue arterioso . . . „ 618
Sezione seconda. Vita del sangue . . . . . „ 620
Prima suddivisione. Vita esterna del sangue . . . . . „ ivi
Capitolo I. Fenomeni della vita esterna del sangue . . . „ ivi
Articolo I. Carriera percorsa dal sangue . . . . . „ 622
I. Forme diverse della carriera che percorre il sangue nei diversi animali . . . . . „ ivi
A. Animali senza vertebre . . . . . „ ivi
B. Animali vertebrati . . . . . „ 638
II. Carriera in generale percorsa dal sangue . . . . „ 649
A. Arterie . . . . . „ 651
B. Vasi capillari . . . . . „ 667
C. Vene e cuore . . . . . „ 677
Articolo II. Corso del sangue . . . . . „ 679
I. Ragguagli del corso del sangue . . . . . „ ivi
A. Cuore . . . . . „ ivi
1. Movimenti del cuore . . . . . „ 681
a. Movimenti del cuore in generale . . . . . „ ivi
b. Ritmo dei movimenti del cuore . . . . . „ 684
2. Effetti dei movimenti del cuore . . . . . „ 691
a. Effetti sul sangue . . . . . » ivi
b. Effetti dei movimenti del cuore sopra le sue pareti . . » 695
B. Vasi . . . . . „ 701

1. Arterie . . . . . Pag. 701
2. Vene . . . . . » 708
II. Fenomeni generali del corso del sangue . . . . » 709
A. Fenomeni qualitativi . . . . . » ivi
1. Fenomeni relativi al tempo . . . . . » 715
2. Fenomeni relativi allo spazio . . . . . » 721
B. Fenomeni quantitativi . . . . . » 725
Capitolo II. Cause della vita esterna del sangue . . . . » 732
Articolo I. Cause del movimento del cuore . . . . » 733
Articolo II. Cause del movimento del sangue . . . . » 739
I. Cause inerenti al cuore . . . . . » 740
A. Azione del cuore . . . . . » ivi
1. Azione del cuore sopra le arterie . . . . . » ivi
2. Azione del cuore sui vasi capillari . . . . . » 742
3. Azione del cuore sopra le vene . . . . . » 744
4. Azione del cuore in generale . . . . . » 748
B. Circostanze meccaniche del corso del sangue . . . » 749
1. Resistenze . . . . . » 750
a. Resistenza dei vasi . . . . . » ivi
b. Resistenza del sangue . . . . . » 763
2. Forza del cuore . . . . . » 767
II. Cause estranee al cuore . . . . . » 770
A. Cause inerenti ai vasi . . . . . » 774
1. Arterie . . . . . » 775
2. Vasi capillari . . . . . » 785
3. Vene . . . . . » 786
B. Cause inerenti al sangue . . . . . » 789
Seconda suddivisione. Vita interna del sangue . . . . » 805
Capitolo I. Rapporti del sangue coll' organismo . . . . » ivi
Articolo I. Effetti del sangue sull' organismo . . . . » ivi
I. Effetti provenienti dalla quantità del sangue . . . » ivi
A. Effetti provenienti dalla quantità del sangue in generale . . » ivi
1. Effetti della diminuzione del sangue . . . . » ivi
2. Effetti dell' aumento del sangue . . . . . » 808
3. Effetti delle variazioni normali nella quantità relativa del sangue. » 810
B. Effetti cagionati dalla quantità di sangue nei suoi serbatoj . » ivi
II. Effetti provenienti dalla qualità del sangue . . . . » 813
A. Effetti derivanti dal sangue puro . . . . . » ivi
B. Effetti provenienti dalle sostanze estranee mescolate col sangue . » 821
1. Sostanze indifferenti . . . . . » ivi
2. Sostarze irritanti ed altre. . . . . » 827
Articolo II. Maniera di agire del sangue sull'organismo . . » 832
Capitolo II. Azione dell' organismo sul sangue . . . . » 840

Articolo I. Modo di agire della economia sul sangue . . Pag. 842
I. Azione meccanica . . . . . » 843
II. Azione chimica . . . . . » 845
Articolo II. Influenza dell' organismo sopra le qualità del sangue . » 847
I. Effetti abituali dell' organismo sul sangue . . . . . » ivi
A. Influenza sopra la liquidità del sangue . . . . » ivi
B. Influenza sul carattere generale del sangue. . . . » 853
1. Fenomeni della venosità . . . . . » ivi
2. Essenza della venosità . . . . . » 857
I. Effetti non ordinarii dell' organismo sul sangue . . . » 862
A. Effetti prodotti da alcuni stati particolari della vita . . » ivi
1. Influenza sullo stato elettrico del sangue . . . . » 863
2. Influenza sopra la coagulabilità . . . . . » 864
3. Influenza sui materiali costituenti del sangue . . . » 872
4. Influenza sulla conversione in sangue venoso . . . « 875
B. Effetti prodotti da influenze esterne . . . . . » 876
Sulla natura sulla vita e sulle malattie del sangue . . . . » 879
I. Caratteri fisici del sangue . . . . . » ivi
II. Nozioni chimiche sul sangue . . . . . » 886
III. Nozioni fisiologiche sul sangue . . . . . » 901
IV. Nozioni patologiche sul sangue . . . . . » 907
Controvèrsie intorno alla Memoria. Sulla natura, sulla vita e sulle malattie del sangue . . . . . » 919
Difesa dei globetti del sangue, ec. . . . . » ivi
Osservazioni intorno alla stessa Memoria, ec. . . . . » 928
Appendice al trattato sul sangue . . . . . » 936

FINE DELL' INDICE DEL VOLUME SESTO